à la Coupe A B.

Annales des mines ou Recueil de mémoires sur l'exploitation des ...





ANNALES

DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES,

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Conseiller d'État, Directeur général des Ponts et Chaussées et des Mines.

TROISIÈME SÉRIE.

TOME III.

A PARIS,

CHEZ CARILIAN-GŒURY, ÉDITEUR-LIBRAIRE,

QUAI DES AUGUSTINS, N°. 41.

1833.



COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le directeur général. Cette commission est composée ainsi qu'il suit :

MM.

Héron de Villefosse, insp. gén. des mines, membre de l'Académie des sciences, président.

Cordier, insp. gén. des mines, memb. de l'Acad. des sciences.

Beaunier, inspecteur général des mines, directeur de l'École des mineurs de Saint-Étienne.

Brochant de Villiers, insp. gén. des mines, membre de l'Acad. des sciences, professeur de minéralogie et de géologie.

De Bonnard, inspecteur général des mines.

Lefroy, ingénieur en chef des mines, inspecteur des études de l'École des mines.

Berthier, ingén. en chef des mines, membre de l'Acad. des sciences, prof. de chimie.

MM.

Guenyveau, ingénieur en chef des mines, professeur de métallurgie.

Migneron, ingénieur en chef des mines, secrétaire du conseil général des mines.

Élie de Beaumont, ingénieur des mines, professeur adjoint pour la géologie.

Combes, ingén. des mines, prof. d'exploitation des mines.

De Cheppe, chef de la division des mines.

Dufrénoy, ingénieur des mines, professeur adjoint pour la minéralogie, secrétaire de la commission.

Le Play, ingénieur des mines, secrétaire-adjoint de la commission.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documens relatifs à la publication des *Annales des Mines* doivent être adressés, sous le couvert de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, à *M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines*, à l'École royale des mines, rue d'Enfer, n°. 34. — Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivans.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 72 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départemens, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS —IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN, RUE RACINE, N°. 4, PLACE DE L'ODÉON

LETTRE DE M. D'AUBUISSON,

INGÉNIEUR EN CHEF DES MINES,

CONTENANT

L'exposé des expériences sur l'écoulement de l'eau par des ajutages coniques, faites par M. CASTEL.

Toulouse, le 30 octobre 1832.

Lorsqu'un fluide sort d'un réservoir ou vase de figure quelconque, il passe soit par une ouverture ou *orifice* percé immédiatement dans une des parois du vase, paroi qu'on suppose alors être mince, soit par un *ajutage*, ou court tuyau, adapté à l'ouverture, et d'une forme rarement cylindrique et presque toujours conique.

Les orifices en mince paroi donnent des jets bien nets, et, toutes choses égales d'ailleurs, ils les portent à une plus grande distance ou hauteur que les autres bouches de sortie; mais ils donnent la moindre dépense, c'est-à-dire le moindre volume d'eau en un même temps. Dans les ajutages cylindriques, la dépense est plus considérable; mais les jets sont comme troubles, et ils s'élèvent à une moindre hauteur que tous les autres. Les ajutages coniques fournissent une dépense encore plus considérable, et avec une plus grande vitesse; les jets sont réguliers et transparens: aussi, ces

ajutages sont-ils presqu'exclusivement employés dans la pratique : d'ailleurs, la dépense et la vitesse y varient suivant leur plus ou moins de convergence ; c'est-à-dire selon que l'angle que formeraient, par leur prolongement, deux côtés opposés du tronc de cône constituant l'ajutage est plus ou moins grand (1).

Ainsi, les ajutages coniques convergens sont de tous les genres d'orifices ceux dont on fait le plus d'usage, et ceux qui présentent le plus de variété dans leurs effets ; et cependant ce sont ceux sur lesquels on a fait le moins de recherches : on n'a aucun ou presqu'aucun fait positif à leur sujet. C'est pour remplir la lacune que l'hydraulique présente sur cette importante matière, que les expériences, objet de cet écrit, ont été entreprises.

Avant de les rapporter, je rappelle quelques notions préliminaires, qui sont plus circonstanciées dans mon *Manuel d'hydraulique, à l'usage des ingénieurs* ; et j'expose le plan de notre travail.

---

(1) Il y a encore des ajutages coniques *divergens*, dont l'évasement est tourné vers l'extérieur du vase : ils donnent une plus grande dépense que toutes les autres espèces d'orifices, et ils présentent de singuliers effets, que Venturi a fait connaître aux physiciens, dans ses *Recherches expérimentales sur la communication latérale du mouvement dans les fluides*. Ce n'est point d'eux dont il va être question : ils ne sont point d'ailleurs usités dans la pratique, ils ne forment point des jets proprement dits.

Préliminaires.

Des coefficiens de la dépense et de la vitesse.

D'après le théorème de Toricelli, la vitesse d'un fluide, à sa sortie d'un orifice quelconque, serait due à la *charge*, c'est-à-dire, à la hauteur de la surface fluide dans le réservoir au-dessus du centre de l'orifice; en admettant que cette hauteur excède trois fois la dimension verticale de l'orifice, et il en est ainsi dans les cas que nous allons considérer. En conséquence, si H représente la charge et V cette vitesse, on aurait $V = \sqrt{2gH}$. V est appelé la *vitesse théorique* de l'écoulement.

Si, par chacun des points de l'orifice, il sortait un filet fluide animé de cette vitesse, et dans une direction perpendiculaire au plan de l'orifice, la *dépense*, ou le volume d'eau écoulé en une seconde de temps, serait égale au volume d'un prisme qui aurait pour base l'orifice, dont nous représenterons par S la surface, et pour hauteur la vitesse V: elle serait donc $S \times V$. C'est la *dépense théorique*.

La *dépense réelle* est moindre. — Durant l'écoulement, les filets du fluide contenu dans le vase se portent de toutes parts vers l'orifice et en convergeant. Cette convergence se continue encore après qu'ils en ont dépassé l'entrée, et jusqu'à ce que les filets, par suite de leur action réciproque, aient pris une direction parallèle, (l'orifice est supposé circulaire). Il résulte de cet état des choses, qu'immédiatement au delà du plan intérieur de la paroi dans laquelle l'orifice est ouvert, il y a un resserrement ou une *contraction de la veine fluide*; cette veine contractée a la forme d'un tronc de conoïde, dont

la surface latérale est concave, dont la grande base est l'entrée de l'orifice, et dont la petite base est la section de la plus grande contraction. Si un peu en aval de l'orifice extérieur de l'ajutage, là où la veine fluide possède, sur une certaine étendue, une forme et un régime constans, on imagine une coupe faite par un plan perpendiculaire à sa direction, l'aire de la section fluide, multipliée par la vitesse moyenne des filets à leur passage par cette section, donnera évidemment la dépense réelle. Si la section de la veine était égale à la section de l'orifice S, et si la vitesse moyenne était V, cette dépense serait S × V, ou égale à la dépense théorique. Mais il n'en est jamais ainsi.

Dans le cas des orifices en mince paroi, la section de la veine sera, d'après ce qui vient d'être dit, égale à la petite base du tronc conoïdal; elle sera donc plus petite que la grande base ou que l'orifice S : elle ne sera plus que mS, m étant une fraction. Quant à la vitesse, à la section de la veine, d'après les faits connus, elle est à très-peu près égale à V. Ainsi, la dépense réelle est m S × V. Le multiplicateur ou coefficient m est ordinairement appelé *coefficient de contraction de la veine fluide*: c'est le rapport de la section de la veine contractée à la section ou aire de l'orifice: on pourrait le nommer le coefficient de la section; et puisque, dans les orifices en mince paroi, la dépense est mSV, il y sera aussi le *coefficient de la dépense*. D'après plusieurs centaines d'expériences faites par divers auteurs, et en dernier lieu par MM. Poncelet et Lesbros, il varie avec la grandeur de l'orifice et celle de la charge, mais entre des limites assez rapprochées; il est habituellement de 0,60 à 0,65.

Lorsque l'écoulement se fait par un ajutage cylindrique; à son entrée, par suite de la convergence des filets qui y arrivent, il y a aussi une contraction : quoiqu'elle soit *intérieure* par rapport à l'ouverture de sortie (elle était *extérieure* dans le cas précédent), et qu'elle soit en conséquence dérobée à nos regards et à nos mesures, des expériences de Venturi indiquent qu'elle est égale à celle qui a lieu avec les orifices en mince paroi. Au delà de la section de plus grande contraction, par un effet de l'attraction des parois de l'ajutage, la veine se dilate de nouveau; les filets fluides se portent contre ces parois; ils les suivent, et ils sortent ainsi parallèles entr'eux et à l'axe de l'ajutage; ils forment une masse cylindrique de même diamètre que l'ajutage. La section de cette masse ou veine fluide est donc égale à celle de l'orifice; et S demeure en entier un des deux facteurs de la dépense. C'est le second facteur, V, de la dépense théorique qui éprouve, cette fois, une diminution. Si l'écoulement n'avait lieu qu'en vertu du seul poids de l'eau contenue dans le réservoir, très-vraisemblablement la vitesse, à la section de la plus grande contraction, serait V; puis, par l'effet de la dilatation, elle diminuerait graduellement (en vertu de cette loi, que les vitesses sont en raison inverse des sections), jusqu'à ce que la masse fluide eût atteint les parois; alors elle serait mV, m ayant la même valeur que ci-dessus : dans ce cas, m V serait la vitesse de sortie. Mais l'attraction moléculaire a donné lieu à une augmentation de vitesse, et celle du fluide sortant est m' V, m' étant une fraction plus forte que m. La dépense sera donc S $\times$ m' V; m', qui est le *coefficient de la vitesse*, sera aussi,

dans les ajutages cylindriques, celui de la dépense. D'après un grand nombre d'expériences, il est à peu près constant et égal à 0,82.

Dans les ajutages coniques, à moins que la convergence ne soit très-forte, il y a aussi une contraction intérieure, laquelle donne également lieu à une diminution dans la vitesse : de sorte que la vitesse de sortie ou de projection sera n'V, n' étant un coefficient à déterminer. De plus, lorsque l'angle de convergence excède une certaine limite (20° environ), on a encore, au delà de la bouche de sortie, une contraction extérieure, qui rend la section de la veine plus petite que celle de la bouche, et qui par conséquent réduit S à n'être que nS. D'après cela, la dépense sera nS $\times$ n'V ou nn'SV : nn' y sera le *coefficient de la dépense* et n' le *coefficient de la vitesse* ; l'un et l'autre sont essentiellement variables, et avec l'angle de convergence de l'ajutage, et avec la charge sous laquelle se fait l'écoulement. Quant à leur valeur, aucun des ouvrages parvenus à ma connaissance n'en a traité ; et je ne connais encore aucune expérience faite dans la vue de leur détermination (1).

---

(1) Je ne connais d'autres expériences sur les ajutages coniques que les quatre que Poleni a publiées en 1718. Très-vraisemblablement leur auteur, savant d'ailleurs très-distingué, n'aura eu en vue, en les faisant, que d'enrichir la physique d'un fait très-remarquable, l'augmentation de la dépense, et il n'y aura pas mis les soins et l'exactitude nécessaires à celles qui doivent fournir des données aux formules mathématiques. D'après ce qu'en rapporte Bossut, dans son *Hydrodynamique* (§ 530), les ajutages dont Poleni se serait servi, auraient eu, en dia-

Ainsi n ou plutôt nn' et n' restaient encore à déterminer : et leur détermination a été l'objet immédiat de nos expériences.

Objet des expériences.

Elle est nécessaire à la solution de plusieurs cas qui se présentent dans la pratique. Par exemple, pour l'établissement des gerbes d'eaux jaillissantes, où l'on a à résoudre, pour chacun des orifices d'où sortent ces eaux, ce problème : étant donnée la charge sur les orifices, assigner la forme et la position de chacun des ajutages, de manière à ce qu'il porte un certain volume d'eau à une certaine distance, tout en l'élevant à une hauteur également donnée (1). A défaut d'une connais-

---

mètre à la sortie 0^m089. et en largeur 0^m808 : l'écoulement eût été fait sous une charge de 0^m58. On voit ci-contre les coefficiens de la dépense que ces expériences indiquent ; mais ils diffèrent trop de ceux que je donnerai ci-après, et dont je connais l'exactitude, pour que je puisse les admettre.

Angle de converg.	Coefficient nn'
4° 20'	0,900
9 56	0,895
20 56	0,885
53 8	0,861

(1) Soient :

H la charge effective sur les orifices de la *souche* d'où doivent partir les jets ;

a la portée horizontale d'un jet (son *amplitude*) ;

b la hauteur à laquelle il doit s'élever (ordonnée *maxima* de la courbe) ;

q la quantité ou volume d'eau à dépenser en 1″ par le jet ;

Nommons i l'angle d'inclinaison à donner à l'ajutage d'où sortira le jet (*l'angle de projection*), et rappelons que n'V est la vitesse de sortie ou de projection, et par conséquent que $\frac{n'^2\,V^2}{2g} = \frac{n'^2\,2g\,H}{2g} = n'^2\,H$ est la hauteur due à cette vitesse.

On a, d'après les lois du mouvement des projectiles

sance précise des valeurs de nn' et n' correspondantes à chaque forme d'ajutage, c'est-à-dire, à chaque angle de convergence, on ne peut procéder que par tâtonnement : on prend un petit cylindre de laiton qu'on perce, suivant sa longueur, d'un trou peu convergent, et l'on essaie, sur le lieu, un tel ajutage; si, en donnant la portée voulue, il ne donne pas aussi la hauteur, on le remet sur le tour, et on augmente un peu la convergence, en augmentant l'évasement vers l'entrée; nouvel essai, et ordinairement nouvelle remise sur le tour; après deux ou trois tentatives pareilles, le terme que l'on voulait atteindre est souvent dépassé, et il faut refaire un nouvel ajutage: presque toujours, après avoir perdu beaucoup de temps à ce travail minutieux on l'abandonne, et l'on s'en tient à un à-peu-près qui ne remplit qu'imparfaitement l'objet qu'on s'était proposé: j'en ai fait

---

(en faisant abstraction de la résistance de l'air, et ici on peut la faire), (Poisson, *Mécanique*, n°. 208) :

$$a = 4\, n'^2\, \mathrm{H} \sin i \cos i$$
$$b = n'^2\, \mathrm{H} \sin^2 i$$

De plus,

$$q = nn'\, \mathrm{S} \sqrt{2g\mathrm{H}}$$

Ces trois équations donneront les trois inconnues du problème i, n' et S. Divisant la première par la seconde, il vient

$$\cot.\, i = \frac{a}{4b}$$

La seconde donne immédiatement n', et la troisième S.

Si une suite d'expériences établissait les valeurs de nn' et de n' pour chaque angle de convergence, la valeur trouvée pour n' indiquerait l'angle de convergence ou l'espèce d'ajutage à employer, ainsi que le coefficient nn' correspondant à cet angle; et le problème serait résolu.

l'expériencedans l'établissement dela belle gerbe, qui est sur la place des Carmes, à Toulouse.

Plan des expériences.

C'est en partie pour prévenir de tels embarras, pour aller au but directement et avec connaissance de cause, que j'ai conçu et proposé le projet d'expériences que voici :

On aurait donné, à presque tous les ajutages, un même diamètre de sortie, afin de faciliter les comparaisons : on l'eût fixé à 0^m015, terme moyen entre 0^m01 et 0^m02, limites qu'on ne dépasse guères dans la pratique ordinaire. Ces ajutages eussent été divisés en trois suites, différentes par la longueur : ceux de la suite principale auraient eu 0^m04 de long; par analogie à ce fait connu : pour qu'un ajutage cylindrique produise tout son effet, quant à l'augmentation de dépense, il faut que sa longueur soit égale à deux ou trois fois son diamètre; celle des ajutages de la seconde suite eût été de 0^m03, terme au-dessous duquel il ne me paraissait pas qu'on dût descendre : et dans la troisième, la longueur aurait été de 0^m10, dimension assez usitée dans la pratique. L'angle de convergence, dans les ajutages de la suite principale, aurait graduellement augmenté d'un degré, depuis 0° jusqu'à 15°; au delà, l'augmentation se serait faite plus rapidement : pour les deux autres suites, on n'eût pris que quelques angles, de 10° à 20°, pour fournir des termes de comparaison, et pour mettre en évidence les effets de la longueur.

Chacun des ajutages des dimensions et formes que nous venons d'indiquer aurait été successivement adapté à un réservoir convenable, et l'écoulement eût été produit sous une suite de charges allant en augmentant depuis 0^m15 jusqu'à 6

et 7^m : on pouvait prendre les termes 0^m15, 0^m30, 0^m60, 1^m, 2^m, 3^m, 4^m, 5^m, et 6^m.

La grandeur du diamètre de sortie pourrait bien avoir aussi quelqu'influence sur la valeur des coefficiens de la dépense et de la vitesse; mais, entre les limites où s'emploient les ajutages proprement dits, cette influence me paraît devoir être fort petite : on s'en serait toutefois assuré par quelques ajutages de 0^m02 et 0^m03 de diamètre.

Dans chaque expérience, la dépense de l'ajutage aurait été déterminée en comptant le nombre de secondes qu'un vaisseau d'une capacité préalablement déterminée eût mis à se remplir : cette dépense, réduite à une seconde de temps, et divisée par S V, eût donné le coefficient de la dépense nn' pour l'ajutage sur lequel on avait opéré. On aurait eu le coefficient de la vitesse n' pour ce même ajutage, en déterminant la vitesse réelle avec laquelle le fluide en sort, par la mesure des coordonnées d'un des points de la trajectoire parabolique décrite par le jet, et en divisant cette vitesse par $\sqrt{2gH}$ (1).

(1) Si l'on place l'ajutage de manière que son axe soit dans une direction horizontale, et que l'on prenne un point quelconque de la courbe formée par le jet, sa distance verticale au centre de l'orifice de sortie sera l'abscisse de l'arc compris entre ce point et ce centre, et la distance horizontale en sera l'ordonnée. En nommant x la première de ces distances ou coordonnées, et y la seconde ; en désignant de plus par v la vitesse réelle de sortie, et par h la hauteur due à v, on aura $v = \sqrt{2gh}$; et, pour équation de la parabole décrite par le jet, $y^2=4hx$. D'où l'on déduit $v = \frac{y}{2}\sqrt{\frac{2g}{x}}$, et $n' = \frac{v}{V} = \frac{y}{2\sqrt{xH}}$.

Les résultats de ces expériences et de ces calculs auraient été portés sur un tableau à double entrée, présentant les valeurs de nn' et de n' correspondantes aux divers degrés de convergence depuis 0° jusqu'à 20°, et aux charges comprises entre 0m15 et 6m.

Un tel plan me paraissait devoir satisfaire à tous les besoins de l'art du fontainier et à ceux de l'hydraulique en général. Les très-grands ajutages, ou grosses buses qui versent l'eau sur les roues de certaines usines, seuls exigeraient peut-être encore quelques expériences particulières; mais elles sont étrangères à notre objet (1).

L'établissement des fontaines publiques de Toulouse donnait tous les moyens d'exécuter de la manière la plus convenable toutes les expériences projetées. Un appareil, que l'on avait déjà, suffisait pour les petites charges, et il y a servi,

---

(1) Parmi les expériences déjà faites, il en est d'un très-grand intérêt et qui sont trop peu connues. Elles ont été faites, en 1782, par Lespinasse, sur les buses d'un moulin du canal du Midi.

Ces buses sont des troncs de pyramide rectangulaire, ayant en longueur. 2m92
à la grande base. . . . . 0m73 sur 0,98
à la petite base. . . . . 0m10 sur 0,19
Ainsi les angles de convergence de deux faces opposées étaient. . . . . 12° et 15°
La charge a été constamment de. 2m92

Les résultats, que je donne ci-contre, font voir combien peu la dépense de telles buses diffère de la dépense théorique : la différence n'est guères que de un à deux centièmes.

Dépense.	Coeff.
m. cub.	
0,1916	0,987
0,1895	0,976
0,1901	0,979

ainsi que nous le verrons bientôt, et le château-d'eau présentait le local le plus favorable aux grandes. Je m'arrête un instant sur cet objet.— La cuvette du château, qui reçoit l'eau élevée par des machines, et qui en reçoit environ cinquante litres par seconde, est établie à 16^{m} au-dessus d'une terrasse, sur laquelle on placerait les bassins de jaugeage, etc. Des tubulures convenablement fixées, de distance en distance, sur le tuyau vertical qui prend les eaux du *trop-plein*, et qui a 0^{m}20 de diamètre, donneraient le moyen d'y adapter, à différentes hauteurs, des orifices et ajutages de toute espèce : ainsi, sous des charges allant depuis 2^{m} jusqu'à 9^{m}, on pourrait faire facilement toutes sortes d'expériences sur la dépense des diverses bouches de sortie, sur la portée et la hauteur des jets, sur la forme des veines fluides sortant des orifices polygonaux, etc. De cette manière, et à très-peu de frais (600 à 800 fr.), nous aurions un appareil pour les expériences hydrauliques tout aussi convenable que la tour et autres constructions de la *Parella* près de Turin, constructions d'une valeur de deux à trois cent mille francs. Cet appareil serait déjà exécuté, et les expériences sur les ajutages coniques seraient faites, si j'eusse conservé mon influence municipale : après avoir contribué à l'établissement des fontaines, qui change notre ville sous le rapport si important de la propreté, je voulais encore qu'il fût utile à la science, à laquelle il devait son existence, qu'il lui rendît service pour service. Au reste, ce qui a été différé ne sera vraisemblablement pas perdu. M. le maire, répondant aux instances de l'Académie des sciences de Toulouse, qui réclamait l'appareil dont il

vient d'être question, lui a promis de s'en occuper.

L'exécution du plan d'expériences sur les ajutages coniques a été remise à M. Castel, contrôleur des eaux de la ville, et personne n'est plus capable de l'exécuter parfaitement que cet expérimentateur consommé, portant l'exactitude la plus scrupuleuse dans toutes ses opérations, ayant une pleine intelligence de la matière, trouvant toujours, lorsqu'il y a possibilité, les moyens de surmonter les obstacles qui se présentent : il est assisté par des fontainiers qu'il a formés et qui sont sous ses ordres.

Mais il ne lui a été donné jusqu'ici de faire que les expériences sur les petites charges : ce sont, en conséquence, les seules dont il sera question dans ce mémoire. Encore n'a-t-il pas eu tout ce qui lui aurait été nécessaire pour les exécuter aussi bien qu'il l'aurait désiré : heureusement l'excellence de l'observateur a compensé en partie l'insuffisance des moyens mis à sa disposition. Il a rendu compte de son travail à M. le maire : et son rapport, qui a été communiqué à l'Académie, m'a fourni les données pour la rédaction de ce qui suit.

Appareils employés et expériences faites.

Les ajutages étaient en cuivre jaune. Ils avaient été coulés à la fonderie de M. Olin, dans notre ville, et ils avaient été tournés et alésés par le premier *ajusteur* de ce grand établissement. Ajutages.

Ceux de la suite principale, au nombre de dix-sept, avaient tous $0^m 04$ de long, ainsi qu'il était projeté. Leur diamètre à la sortie devait être de $0^m 015$; mais le mandrin fait pour leur

donner à tous une même ouverture s'étant trouvé de $0^{m}0155$, c'est à très-peu près cette dimension qu'ont eu les diamètres. Pour être plus à la portée des ouvriers, il fut convenu qu'au lieu de faire croître d'abord l'angle de convergence par degrés (1°, 2°, 3°, etc.), on ferait croître le diamètre d'entrée par millimètres, et chaque millimètre d'augmentation répondait à peu près à un angle de 1° 26′. Mais l'outil du tourneur n'a pas respecté les limites prescrites, et les diamètres n'ont pas eu exactement les valeurs fixées. M. Castel a cherché, avec tous les soins possibles et par des mesures vingt fois répétées dans tous les sens, à déterminer les valeurs réelles; celles qu'il a trouvées pour les diamètres de sortie, et qu'il a introduites dans le calcul des dépenses théoriques, sont notées au tableau d'expériences annexé à cet écrit. Des deux diamètres et de la longueur de chaque ajutage, il a conclu l'angle de convergence indiqué sur ce même tableau. Il en a agi de même pour quelques autres ajutages dont il sera aussi question. N'ayant eu jusqu'ici d'autre moyen de mesurer les diamètres que la simple juxta-position d'une règle divisée en millimètres, il ne répond pas du résultat de ses mesures sur un diamètre, à un demi-dixième de millimètre.

Chaque ajutage portait autour de sa grande base un rebord, par lequel on le soudait à la paroi antérieure d'une caisse en fer-blanc, qui était percée, dans cette partie, d'une ouverture un peu plus grande que l'entrée de l'ajutage.

Réservoir. Cette caisse, ouverte par le haut et servant de réservoir, avait $0^{m}35$ de profondeur, autant de longueur et de largeur. Elle était divisée paral-

lèlement à la face antérieure, par une cloison verticale, en deux compartimens. A 0^m12 en contre-bas du bord supérieur de la cloison, et sur toute sa largeur, était une échancrure de 0^m05 de haut, qui établissait une communication entre les deux compartimens. Celui de devant, sur la partie supérieure d'une de ses deux faces latérales, présentait encore une échancrure, que l'on fermait plus ou moins, à volonté, à l'aide d'une plaque à coulisse, laquelle servait de déversoir.

L'eau était portée dans la caisse par un tuyau en plomb, branché sur une des conduites des fontaines : au-dessus du compartiment postérieur il se courbait, descendait dans ce compartiment, et il s'y arrêtait à quelques centimètres au-dessus du fond. Un peu en amont du coude, il portait un robinet que l'on ouvrait plus ou moins, selon que l'on voulait introduire plus ou moins d'eau; celle qui arrivait par le tuyau au fond du compartiment inférieur s'y élevait; elle entrait horizontalement, par l'échancrure de la cloison, dans le compartiment antérieur, qu'elle remplissait jusqu'au niveau du déversoir, tout en fournissant à l'écoulement par l'ajutage en expérience. Pendant toute la durée de l'écoulement, la surface fluide dans ce compartiment était parfaitement tranquille et unie.

Charge

Pour avoir la charge, ou la distance de cette surface au centre de l'orifice de sortie, après que la caisse était établie de manière qu'un plan tangent aux bords supérieurs fût bien horizontal, on plaçait dessus une règle, qui était traversée, à 0^m06 en arrière de la paroi antérieure, par une tige divisée en millimètres, et terminée en pointe; on la baissait jusqu'à ce que la pointe

fût en contact, ou presque en contact, avec la surface fluide; on prenait, sur la tige, la distance de cette surface au bord supérieur, et cette distance retranchée de celle qu'il y avait de ce même bord au centre de l'orifice, et qu'on avait prise avant de commencer l'expérience, donnait la charge. Pendant toute la durée de l'écoulement, M. Castel veillait soigneusement à ce qu'elle n'éprouvât aucune variation : le robinet et le déversoir lui donnaient les moyens de les régler à peu près comme il le jugeait convenable, et il en répond à un demi-millimètre près.

Lorsqu'on voulait déterminer la dépense, après que la caisse était bien établie et la charge fixée, que l'écoulement était régulier, à un signal donné, on en recevait le produit dans un vase de 50 litres, et l'on comptait le nombre de secondes qu'il mettait à se remplir.

Vase de jaugeage.

Le vase était un cylindre fait en forte tôle et revêtu en bois. Il avait été confectionné avec un soin particulier par l'*affineur* de la mairie. Sa contenance a été vérifiée par le poids de l'eau qu'il pouvait contenir. A cet effet, on l'a rempli avec de l'eau des fontaines, et on l'a recouvert d'une glace bien plane qui en a fait sortir tout ce qui était en excès. Sur un plateau d'une grosse balance, sensible à 3 grammes, on avait un vaisseau plus grand et bien équilibré par des poids placés sur l'autre plateau; on y a fait passer, avec les précautions convenables, toute l'eau contenue dans le vase-mesure, et elle a pesé 49895 grammes. Une seconde épreuve a donné un résultat exactement pareil. La température de l'eau, comme de l'air, était de 17°,4 du thermomètre centigrade. En observant que la pesanteur spécifique de l'eau des fontaines, d'après l'examen qui

en a été fait, est de 1,00074, et que celle de l'eau distillée à 17° est 0,9982, on en conclut que si l'eau introduite dans la mesure eût été distillée, et au *maximum* de densité, son poids eût été de 49947 gr. $\left(=\frac{49895}{1,00074 \times 0,9982}\right)$. Enfin, si la pesée eût été faite dans le vide, le poids de l'air déplacé par l'eau étant de 60 grammes (sous la pression barométrique de $0^m,75$), et celui de l'air déplacé par les poids étant de 8 grammes, l'eau de la mesure eût pesé 49999 (= 49947 + 60 — 8) : ainsi, si les poids étaient rigoureusement justes, la contenance serait de $49^{\text{lit.}}999$; elle serait exacte à 2 cent-millièmes près. Nous admettrons seulement qu'elle l'est à un millième près, et nous ne tiendrons pas compte des variations dues à la différence des températures auxquelles ont été faites les diverses expériences.

Durée de l'écoulement.

La durée du temps employé à remplir la mesure était déterminée à l'aide d'un *compteur* en forme de montre, et dont l'aiguille battait les quarts de seconde. A un mot prononcé par M. Castel, au moment qu'il lâchait la détente du compteur, un fontainier, qui tenait la mesure tout proche du jet, la plaçait dessous, et il l'établissait de manière qu'elle fût bien horizontale et que le jet passât tout près du bord. Lorsque l'eau qu'elle recevait était arrivée à une petite distance du haut, le fontainier la recouvrait d'une glace, en ne laissant que l'espace nécessaire à l'entrée du jet. Du moment que M. Castel, qui avait alors les yeux fixés sur la mesure, jugeait que ce petit espace était plein, il arrêtait le compteur, et il y lisait le nombre de secondes et parties de seconde qu'avait duré le remplissage : il était sûr de ce nombre à une demi-seconde.

Mesure des coordonnées.

Pour mesurer les coordonnées destinées à donner la vitesse de projection, il avait imaginé un moyen aussi simple qu'exact. Près du jet, et dans un plan qui lui était parallèle, il établissait horizontalement une grande règle posée de champ; puis il se plaçait de manière que le rayon visuel dirigé perpendiculairement à la règle, et effleurant son bord supérieur, répondît au milieu du jet; et il marquait ce milieu, ou le point correspondant de ce bord, par un trait. Cela fait, après avoir arrêté l'écoulement, il posait sur la règle une équerre faite de deux tringles de bois bien dressées, solidement assemblées, divisées en millimètres à partir du sommet de l'angle droit : il voyait alors, sur la tringle verticale, la distance du milieu de l'orifice à ce sommet, c'était l'abscisse; sur l'autre tringle il voyait également la distance horizontale jusqu'au trait marqué sur la règle, c'était l'ordonnée.

Toutes les expériences ont été faites d'une telle manière. Chacune a été répétée deux, trois, quatre fois, et souvent plus. Ce sont les résultats moyens que M. Castel a portés au tableau suivant, avec les coefficiens qu'il en a conclus.

Erreurs possibles sur les coefficiens.

Jetons un coup d'œil sur la grandeur de l'erreur qui peut avoir été commise dans leur estimation.

La plus considérable, en ce qui concerne les coefficiens de la dépense, provient de l'incertitude où l'on est sur la vraie valeur du diamètre des ajutages. Nous avons vu que, faute d'un instrument propre à les mesurer avec une très-grande exactitude, M. Castel ne pouvait nullement en répondre à un demi-dixième de millimètre près, c'est-à-dire à un trois-centièmes de leur valeur : or, comme cette valeur se trouve à la seconde puissance dans l'expression du coefficient, l'incertitude s'élèverait à un cent cinquantième. Il peut

y avoir encore quelque petite erreur dans l'estimation de la dépense réelle et de la charge. Toutefois M. Castel pense donner reste de raison, en ne réclamant qu'une tolérance d'un centième sur la valeur qu'il a donnée des coefficiens de la dépense : en ne le prenant qu'avec deux chiffres, le dernier serait donc exact.

On n'en peut dire autant des coefficiens de la vitesse. Les coordonnées et la charge, dont on les a conclus, peuvent être regardées comme exactes; mais, pour que la conclusion le fût aussi, il faudrait que l'ajutage eût été dans une direction parfaitement horizontale. Or, on n'avait aucun moyen de vérifier cette direction et la quantité dont elle s'en écartait : un peu plus de soudure sur une partie du bord de l'ajutage que sur l'autre pouvait faire que son axe ne fût plus perpendiculaire à la paroi du réservoir; et une légère voilure dans la feuille de fer-blanc constituant cette paroi pouvait faire qu'elle ne fût plus exactement verticale. Il serait en conséquence possible qu'à notre insu l'axe de l'ajutage s'écartât d'un ou de deux degrés de la direction horizontale; or, un degré d'écart donne sur le coefficient une erreur des 0,013 de sa valeur. D'après cette considération, M. Castel ne répond point de ses coefficiens de la vitesse à deux centièmes. Cependant je crois que ceux que nous allons donner sont exacts à un centième; c'est-à-dire qu'en ne les prenant qu'à deux chiffres il n'y a pas une incertitude de plus d'une unité sur le dernier chiffre.

Je présente dans le tableau suivant les données et les résultats des 68 expériences qui ont été faites sur 17 ajutages, ayant tous $0^{m}04$ de long.

Ajutage.		Charge sur le centre de l'orifice.	Durée de l'écoulement pour 50 lit.	Coefficient de la dépense.		Coordonnée de l'arc décrit par le jet.		Coefficient de la vitesse.	
Diamètre de l'orifice.	Angle de converg.			Par expérience.	Moyen.	Verticale	Horizontale.	Par expérience.	Moyen.
0,01550	0° 00′	0m,2995	132″,3	0,826	0m,827	0,546	0,673	0,832	0,823
		0 ,2495	144 ,9	0,827		0,546	0,614	0,832	
		0 ,1870	166 ,9	0,829		0,620	0,556	0,816	
		0 ,1370	195 ,4	0,827		0,620	0,474	0,813	
0,01550	1 44	0 ,2995	126 ,0	0,867	0 ,869	0,545	0,709	0,878	0,864
		0 ,2495	137 ,6	0,870		0,545	0,646	0,876	
		0 ,1860	159 ,2	0,871		0,621	0,580	0,853	
		0 ,1360	187 ,0	0,867		0,621	0,494	0,850	
0,01545	3 22	0 ,3000	122 ,9	0,895	0 ,893	0,544	0,720	0,891	0,882
		0 ,2500	134 ,9	0,892		0,544	0,657	0,891	
		0 ,1866	156 ,0	0,894		0,621	0,595	0,874	
		0 ,1366	182 ,4	0,893		0,621	0,507	0,871	
0,01550	4 10	0 ,3003	120 ,1	0,909	0 ,910	0,544	0,730	0,903	0,894
		0 ,2503	131 ,5	0,909		0,544	0,666	0,902	
		0 ,1866	152 ,0	0,911		0,622	0,604	0,887	
		0 ,1366	177 ,6	0,911		0,622	0,515	0,883	
0,01555	5 30	0 ,3003	117 ,8	0,921	0 ,923	0,544	0,745	0,922	0,916
		0 ,2503	128 ,5	0,924		0,544	0,680	0,922	
		0 ,1866	149 ,0	0,924		0,623	0,622	0,912	
		0 ,1366	174 ,2	0,923		0,623	0,530	0,908	
0,01550	7 52	0 ,3000	117 ,8	0,927	0 ,926	0,546	0,753	0,930	0,927
		0 ,2500	129 ,5	0,924		0,546	0,689	0,933	
		0 ,1880	149 ,0	0,926		0,628	0,634	0,923	
		0 ,1380	173 ,8	0,927		0,628	0,544	0,924	
0,01555	9 08	0 ,2990	115 ,9	0,938	0 ,936	0,546	0,762	0,943	0,938
		0 ,2490	127 ,3	0,936		0,546	0,696	0,944	
		0 ,1880	146 ,6	0,935		0,628	0,641	0,933	
		0 ,1380	171 ,0	0,936		0,628	0,549	0,932	
0,01550	10 34	0 ,2986	116 ,9	0,937	0 ,938	0,546	0,780	0,966	0,958
		0 ,2486	128 ,0	0,937		0,546	0,711	0,965	
		0 ,1869	147 ,4	0,938		0,629	0,651	0,950	
		0 ,1369	172 ,2	0,939		0,629	0,556	0,950	
0,01550	12 00	0 ,2985	115 ,6	0,945	0, 945	0,510	0,742	0,951	0,953
		0 ,2485	126 ,8	0,943		0,510	0,678	0,952	
		0 ,1865	146 ,7	0,944		0,629	0,654	0,955	
		0 ,1365	171 ,0	0,947		0,629	0,559	0,954	

Ajutage. Diamètre de l'orifice.	Angle de converg.	Charge sur le centre de l'orifice.	Durée de l'écoulement pour 50 lit.	Coefficient de la dépense. Par expérience.	Moyen.	Coordonnée de l'arc décrit par le jet. Verticale.	Horizontale.	Coefficient de la vitesse. Par expérience.	Moyen.
0,01545	13° 32'	0m,2982	117",3	0,937	0m,938	0,546	0,788	0,977	0,96[illegible]
		0 ,2482	128 ,4	0,938		0,546	0,716	0,973	
		0 ,1860	148 ,9	0,937		0,629	0,656	0,959	
		0 ,1360	174 ,0	0,938		0,629	0,563	0,963	
0,01550	14 44	0 ,2985	117 ,8	0,930	0 ,930	0,510	0,741	0,950	0,95[illegible]
		0 ,2485	128 ,8	0,931		0,510	0,678	0,952	
		0 ,1865	149 ,0	0,930		0,629	0,660	0,963	
		0 ,1365	173 ,9	0,931		0,629	0,565	0,964	
0,01560	16 16	0 ,2990	116 ,0	0,931	0 ,931	0,515	0,741	0,945	0,95[illegible]
		0 ,2490	127 ,1	0,931		0,515	0,677	0,946	
		0 ,1860	147 ,0	0,931		0,620	0,650	0,957	
		0 ,1360	171 ,8	0,932		0,620	0,555	0,956	
0,01550	19 18	0 ,2988	117 ,5	0,931	0 ,933	0,514	0,750	0,957	0,96[illegible]
		0 ,2488	128 ,8	0,931		0,515	0,686	0,959	
		0 ,1863	148 ,3	0,935		0,619	0,659	0,970	
		0 ,1363	173 ,1	0,936		0,619	0,561	0,966	
0,01558	23 02	0 ,3001	117 ,5	0,920	0 ,921	0,500	0,746	0,963	0,96[illegible]
		0 ,2501	128 ,8	0,919		0,502	0,684	0,965	
		0 ,1884	147 ,8	0,922		0,631	0,664	0,963	
		0 ,1384	172 ,0	0,9[illegible]4		0,631	0,569	0,963	
[illegible]560	29 56	0 ,2987	120 ,2	0,899	0 ,900	0,502	0,756	0,977	0,97[illegible]
		0 ,2487	131 ,7	0,899		0,504	0,689	0,973	
		0 ,1880	151 ,3	0,900		0,631	0,668	0,970	
		0 ,1380	176 ,0	0,903		0,631	0,572	0,969	
[illegible]	40 18	0 ,2991	121 ,7	0,882	0 ,880	0,504	0,757	0,975	0,97[illegible]
		0 ,2491	133 ,9	0,878		0,505	0,690	0,973	
		0 ,1875	154 ,4	0,878		0,631	0,673	0,978	
		0 ,1375	179 ,6	0,881		0,632	0,575	0,975	
[illegible]	49 06	0 ,2982	126 ,9	0,847	0 ,848	0,505	0,766	0,987	0,98[illegible]
		0 ,2482	139 ,1	0,847		0,506	0,700	0,987	
		0 ,1867	160 ,4	0,847		0,631	0,678	0,988	
		0 ,1367	186 ,5	0,851		0,632	0,578	0,983	

Conséquences.

Relatives à la dépense.

1°. En examinant, dans la cinquième colonne du tableau, les coefficiens de la dépense faite par un même ajutage, sous différentes charges, et en faisant abstraction des irrégularités dont nous avons indiqué la cause, on voit le coefficient diminuer lorsque la charge augmente : cette diminution, entièrement insensible lorsque l'ajutage est peu convergent, devient notable, et de plus en plus à mesure que l'angle de convergence est plus grand. Ainsi, notre charge ayant haussé de 0m14 à 0m30, jusqu'à l'angle de 12° la diminution a été nulle; elle a été moyennement de 2 millièmes (de la valeur du coefficient) entre 12° et 20°, et elle a dépassé 5 millièmes entre 23° et 49°; il est vraisemblable qu'elle eût été de 18 millièmes pour l'angle de convergence extrême, 180°. En effet, les ajutages coniques, à mesure que la convergence augmente, s'approchent des orifices en mince paroi, et ils se confondraient avec eux à 180° : or, d'après les expériences de MM. Poncelet et Lesbros, pour un orifice de 0m015 de diamètre, le coefficient serait de 0,658 environ, sous une charge de 0m14; et de 0,648 pour celle de 0m30; et ces deux coefficiens sont entre eux comme 1,018 à 1.

Il sera bien important de suivre la loi de diminution des dépenses sous les fortes charges du château-d'eau : elle y sera plus sensible, et on pourra la déterminer avec plus d'assurance.

2°. En comparant entre eux les coefficiens moyens de la dépense des divers ajutages, on les voit augmenter graduellement, mais seulement jusqu'à l'ajutage de 12°, où le coefficient est 0,94 :

au delà, ils diminuent quoique faiblement, jusqu'à 20°, où l'on a encore 0,93 : passé ce terme, la diminution devient de plus en plus rapide; on n'a que 0,85 à 50°, et, d'après ce qui a été dit, on n'aurait plus que 0,65 à 180° (1).

L'irrégularité de la diminution dans les coefficiens de la dépense, entre les angles de 12° et 20°, pour les ajutages de 0m04 de long, est uniquement due aux erreurs de l'observation, elle ne se retrouve pas, du moins au même degré, et la diminution est mieux prononcée dans les six expériences que M. Castel a faites sur des ajutages de 0m035 de long, et dont les résultats sont ci-contre.

Angle de converg.		Coeffic. de la dépense.
13°	12'	0,954
16	6	0,946
16	42	0,943
19	0	0,937
20	14	0,937
23	14	0,922

(1) L'explication de ces faits me paraît assez naturelle. Dans les ajutages coniques, la dépense est altérée par deux causes, l'attraction moléculaire qui tend à l'augmenter, et la contraction de la veine qui tend à la diminuer en diminuant la vitesse lorsqu'elle est intérieure, et en diminuant la section de la veine lorsqu'elle est extérieure. La contraction intérieure semble pouvoir être regardée comme constante jusqu'à l'ajutage de 20° environ, cet angle étant à peu près l'angle de convergence pour la veine contractée : la contraction extérieure n'a pas lieu en deçà de 12°, ainsi que nous le remarquerons bientôt; de sorte que jusqu'à cet angle l'attraction des parois fait seule varier la dépense ; et elle l'augmente de plus en plus à partir de 0°, puisque, par suite de l'augmentation dans la convergence, la distance des parois à l'endroit de la plus grande contraction diminue, et qu'en conséquence l'attraction doit agir plus fortement. Mais, au delà de 12°, la contraction extérieure se manifeste, elle devient de plus en plus grande : peu après, à 20°, la contraction intérieure disparaît ; et les phénomènes de l'écoulement doivent, à tous égards, se rapprocher de plus en plus de ceux qui ont lieu dans les orifices en mince paroi.

Effet de la longueur sur la dépense.

Dans ces expériences, la dépense a été en somme plus forte que par les ajutages de même convergence, mais de 0m04 de long, dans le rapport de 1 à 1,0083. On peut en inférer qu'en adoptant la longueur de 0m04, nous avions dépassé celle qui donne la plus grande dépense. M. Castel, en voulant voir si, par de nouvelles diminutions, on aurait encore des résultats plus avantageux, a fait faire deux autres ajutages, l'un de 0m30 de long, et l'autre de 0m025 : le premier, sous un angle de 15° 50′ de convergence, lui a donné moyennement 0,939 (pour 0m035 de longueur, on avait eu 0,947), et le second, avec un angle de 18° 30′, 0,9301. Il ne paraît pas que ces diminutions de longueur, et surtout la dernière, aient eu un effet avantageux. S'il en était de même des ajutages d'un plus fort diamètre, ce qui me paraît assez vraisemblable, on pourrait en conclure que la longueur donnant la plus grande dépense est à peu près double du diamètre de sortie, mais qu'il ne faut pas descendre au-dessous. On ne pourrait non plus s'élever notablement au-dessus sans éprouver une diminution due à la résistance des parois de l'ajutage : les expériences projetées avec une longueur de 0m10, nous apprendront ce qu'il en est à cet égard.

Remarquons qu'il ne s'agit ici que des ajutages réellement coniques et convergens, à côtés rectilignes, c'est-à-dire engendrés par la révolution d'une droite autour de l'axe de l'ajutage, et plus ou moins inclinée à cet axe, mais nullement de la recherche de l'ajutage de la plus grande dépense. Celui-ci serait un ajutage divergent avec un angle de divergence de 5° à 6°. Parmi les ajutages convergens, celui de plus grande dépense

aurait exactement la forme de la veine contractée : sa surface latérale serait produite par la révolution d'une ligne courbe, que Michelotti regarde comme une cycloïde d'une espèce particulière, dont le premier élément, celui qui touche la paroi intérieure du vase et qui en est comme le prolongement, serait perpendiculaire à l'axe de l'ajutage, et dont le dernier lui serait parallèle. Michelotti le fils, avec un ajutage cycloïdal de $0^{m}081$ de diamètre à la sortie, $0^{m}059$ de long, et sous une charge de $8^{m}19$, a obtenu 0,984 pour coefficient de la dépense : il aurait vraisemblablement atteint 1, c'est-à-dire qu'il aurait fait disparaître tous les effets de la contraction, et rendu la dépense réelle égale à la dépense théorique, si les parois de l'ajutage se fussent plus exactement pliées à la courbure de la surface fluide, et si leur résistance, ainsi que celle de l'air, n'eût opposé un léger obstacle au mouvement.

Résumant ce qui concerne la dépense, nous dirons : que dans les ajutages coniques dont la longueur n'excède que d'une très-petite quantité le double de l'orifice de sortie, la dépense va graduellement en augmentant, à mesure que l'angle de convergence des côtés de l'ajutage augmente, mais jusqu'à l'angle de 12° à 13° seulement. Ensuite, elle va en diminuant, d'abord faiblement, conformément à la loi que suivent toutes les variables, aux environs du *maximum* ; mais au delà de 20°, la diminution est mieux prononcée, elle devient de plus en plus rapide, et elle finirait par n'être plus que celle qu'on obtient par les orifices en mince paroi.

Conséquences relatives à la vitesse.

Dans la détermination des coefficiens de la vitesse, les erreurs, d'après les remarques que nous avons déjà faites, peuvent avoir été doubles de celles qu'on aurait eues pour les dépenses : aussi les suites de ces coefficiens nous présentent-elles, non-seulement des irrégularités, mais encore des anomalies, qui ne nous permettent pas de généraliser toutes les conséquences suivantes :

1°. En considérant les coefficiens pour un même ajutage, mais sous différentes charges ; on trouve que lorsque la charge diminue ils diminuent aussi, mais de moins en moins, à mesure que l'angle de convergence est plus grand ; à 12° la diminution cesserait ; au delà, elle se changerait en augmentation ; et après 20°, l'égalité se maintiendrait. Je ne tirerai aucune conséquence d'un ordre de choses aussi extraordinaire : je me bornerai à dire qu'il doit être examiné sous de plus fortes charges, et en prenant une garantie à l'égard de la direction horizontale que doivent avoir les ajutages, lorsqu'on mesure la vitesse de projection à l'aide de la méthode que nous avons donnée. Il en sera fait ainsi, dans les expériences que l'on a encore à faire au château-d'eau, les charges y seront portées à 6^m et 7^m ; on aura des ajutages de 0^{m}10 de long, plus aisés à bien diriger ; et, à l'aide d'un niveau disposé en conséquence, on s'assurera qu'ils sont placés horizontalement, ou l'on aura l'angle qu'ils font avec l'horizontale, ce qui est suffisant.

2°. En suivant les coefficiens moyens des divers ajutages, on les voit augmenter à très-peu près comme ceux de la dépense, depuis 0° jusqu'à 12°, angle de la plus grande dépense ; mais au delà, et pendant que ceux-ci vont en diminuant, ils continuent d'augmenter en se rapprochant de la li-

mite qu'ils peuvent atteindre et dont ils sont déjà bien près à 40° ou 50°.

Cet état des choses est encore une suite de l'observation ci-dessus : qu'au delà de 20° de convergence, les phénomènes des ajutages coniques se rapprochent de ceux des orifices en mince paroi : en conséquence, passé cet angle, ils doivent diminuer pour se rapprocher de 0,65 ; tandis que ceux de la vitesse doivent augmenter pour atteindre 1, qui est le coefficient de la vitesse dans les orifices en mince paroi, et que Michelotti a obtenu à très-peu de chose près, dans une expérience sur un tel orifice de $0^m,027$ de diamètre; sous une charge de $0^m,19$, il a eu 0,993.

3°. La comparaison des coefficiens de la vitesse n' avec ceux de la dépense nn', donne, pour les différens cas, la valeur de n, ou le rapport de la section de la veine fluide un peu au delà de l'ajutage à la section de l'orifice de sortie. Depuis 0° de convergence jusqu'à l'angle de la plus grande dépense, 12°, les deux coefficiens sont sensiblement égaux, et par conséquent, pour tous les angles intermédiaires, $n = 1$; c'est-à-dire qu'il n'y a point de contraction extérieure, que la veine sort en conservant le même diamètre que l'orifice de sortie, et que, malgré la convergence des parois de l'ajutage, les filets fluides sortent à très-peu près parallèlement à l'axe. Mais au delà de 12°, et à mesure que l'angle augmente, la contraction extérieure devient plus forte, et elle diminue de plus en plus la section de la veine, comparativement à celle de l'orifice, ainsi qu'on le voit ci-contre.

Angle.	n.
20°	0,97
30	0,93
40	0,90
50	0,86
180	0,65

4°. Il paraît qu'en diminuant un peu la longueur des ajutages de 0^{m}04, en la portant à 0^{m}035, on aurait aussi gagné sous le rapport de la vitesse de sortie. Les six expériences de M. Castei, sur les ajutages de cette dernière longueur, donnent une vitesse plus grande dans le rapport de 1 à 1,0043.

Quoique nos séries des coefficiens de la dépense et de la vitesse présentent des lois bien positives, j'aurais cependant voulu plus de régularité dans ces séries, et plus de précision dans leurs termes. Cette précision était nécessaire pour que l'objet que j'avais en vue, en proposant les expériences, objet que j'ai indiqué au commencement de cet écrit, fût entièrement rempli. Au reste, nous avons vu les causes du mal et les moyens d'y remédier. En exécutant la *seconde partie* du travail que nous avons projeté, et je ferai tout ce qui sera en moi pour qu'elle soit exécutée, on complétera ce qui manque, et on rectifiera ce qu'il peut y avoir d'imparfait dans cette *première partie*. En attendant, nous la présentons comme donnant simplement des notions approximatives sur une matière importante, et qui était encore inconnue.

D'AUBUISSON,
Ingénieur en chef des mines.

NOTICE

Sur les perfectionnemens apportés à la disposition des CHAUDIÈRES A VAPEUR;

Par M. WALTER, ingénieur civil, ancien directeur du haut-fourneau et de la fonderie de Vienne (Isère), et actuellement professeur à l'Ecole centrale des arts et manufactures, à Paris (1).

M. Puvis fut chargé, au mois d'août 1831 comme ingénieur en chef des mines du 13ᵉ. arrondissement, d'examiner la machine à vapeur que M. Walter, alors directeur de la fonderie de Vienne, venait de monter pour le service des mécaniques employées au découpage des schalls, dans les ateliers de MM. Geoffroy, à Lyon. Pour se conformer à sa mission, qui avait pour principal objet la vérification de l'appareil producteur de la vapeur, il a dû constater par une épreuve les effets résultans de la disposition adoptée par le constructeur pour le foyer et les tubes bouilleurs; ce qui a donné lieu à son rapport du 6 septembre 1831, dans lequel il s'exprime ainsi :

(1) Cette notice est l'extrait du procès-verbal qui constate les résultats des expériences faites à Lyon avec les nouvelles chaudières de M. Walter, en présence de M. Puvis, ingénieur en chef des mines pour les départemens du Rhône, etc.

« La chaudière est séparée des bouilleurs par » une voûte construite en briques réfractaires, » recoupée sur sa longueur par six arceaux en » fonte, sur lesquels elle porte par son arête infé- » rieure : le foyer, de $1^m,15$ de longueur, sur » $0^m,60$ de largeur, offre un peu plus du quart » de surface libre entre les barreaux; les bouilleurs » reçoivent le chauffage direct du foyer et la réver- » bération de la voûte; toute leur surface est ainsi » enveloppée par la flamme et exposée au rayon- » nement. La flamme, après avoir parcouru toute » la longueur de la voûte, s'échappe, à l'extré- » mité, par une ouverture sur la gauche, pour » aller gagner les canaux qui enveloppent la » moitié inférieure de la chaudière; et, après avoir » circulé ainsi, et avoir caressé environ $13^{m.c.}$ de » surface, soit dans les bouilleurs, soit dans la » chaudière, elle sort par une ouverture prati- » quée à droite pour se rendre, par un canal » horizontal en fonte, dans une cheminée ap- » puyée contre le mur du bâtiment adjacent.

» Une expérience que nous avons faite pour » reconnaître l'efficacité de ces dispositions nous » a donné, avec de la houille médiocre qui a laissé » environ 20 pour cent de mâchefer, de cendres » et d'escarbilles, les résultats suivans :

» Le fourneau était chauffé pour la quatrième » fois; une partie notable de la chaleur développée » a été employée à en élever la température (1).

---

(1) L'alimentation de la chaudière pendant cette expérience était faite avec de l'eau à 10 degrés cent.; d'où résulte que la production de chaleur a dû être un peu moindre que lorsque la machine est en marche et fournit l'eau d'alimentation à 40° environ.

» 1°. Pour 1 partie de houille, 7 parties de » vapeur, au lieu de 5 ou 6 obtenues ordinaire- » ment (1).

» 2°. Consommation de houille par heure et par » mètre carré de surface de grille, 62 kilog. au lieu » de 50.

» 3°. Quantité de vapeur produite par heure » et par mètre carré de surface de chauffe, 25 kil. » au lieu de 30.

» L'air chaud, dans sa circulation autour de la » chaudière, a dû se dépouiller de la plus grande » partie de sa chaleur; car le canal en fonte qui » le reçoit, à sa sortie du fourneau, paraît n'avoir » qu'une température médiocrement élevée, que » nous n'avons pu mesurer, mais qui est infé- » rieure à 212° centigrades, puisqu'elle n'a pu » mettre l'étain en fusion, etc. »

Le soussigné déclare en outre que, désirant avoir de nouvelles notions sur l'état actuel de la machine et de son foyer, il l'a visitée le 17 du courant, et qu'il est résulté des renseignemens qu'il a recueillis, soit près du chauffeur, soit près du propriétaire de l'établissement :

1°. Que, depuis qu'ils sont en activité, la machine et son foyer ont constamment fonctionné régulièrement.

2°. Que la chaudière, les bouilleurs et la voûte qui les sépare, n'ont éprouvé aucune dégradation notable; que la voûte en particulier, après *une* année de service (2), est encore entière.

---

(1) Cette production de vapeur est estimée ici un peu haut; car le plus grand nombre des appareils existans ne donne que 4 à 5 kil. de vapeur pour 1 kil. de charbon. W.

(2) C'est après *deux* années de service, puisque les constructions faites en 1830 ont été visitées en août 1832.



3°. Qu'à la vérité, la machine possédant un grand excès de force, on n'a jamais eu intérêt à presser le feu, dont l'intensité a été bornée au point de tenir la vapeur à une tension moyenne de 1 atmosphère $\frac{1}{4}$.

4°. Que, dans le but de restreindre la production de la vapeur, on a diminué l'étendue du foyer par la suppression de deux barreaux de la grille; ce qui l'a réduite à $0^{m.c.},60$ au plus de surface totale, et sa surface libre à $0^{m.c.},15$ ou $0^{m.c.},16$.

5°. Que la machine marche journellement depuis 5 heures du matin jusqu'à 8 heures du soir, soit pendant 15 heures.

6°. Que pendant ce temps, la consommation de combustible est de 8 hectolitres ou 650 kilog. d'une houille grêle et menue de bonne qualité (meilleure qu'au précédent essai) (1).

7°. Que, dans l'état habituel des choses, le piston donne par minute 30 doubles coups ou un coup simple par seconde; qu'ainsi la consommation de vapeur est, par seconde, abstraction faite des pertes, égale au volume du cylindre, qui est de $0^{m.\,cub.},118$, ou, en poids (à raison de $0^{kil},75$ le mètre cube), de $0^{kil},0885$, soit pour 15 heures 4779 kilogr.; ce qui porte *la production de vapeur*, 1°. *à* 7,35 (2) *pour une*

(1) La machine est de la force de neuf chevaux, et la consommation de charbon varie de 42 à 43 kilogrammes par heure; tandis qu'elle est de 50 à 55 kilog. pour une machine de même force alimentée de vapeur par les appareils ordinaires. W.

(2) Cet excédant de produit sur la quantité obtenue dans l'expérience provient de ce que l'alimentation se faisait à la température d'environ 40° centigrades, et de ce

partie de houille; 2°. à 25 kilog. par heure et par mètre carré de surface de chauffe, et la consommation de houille à 72 kilog. par heure et par mètre carré de surface de la grille.

Le soussigné n'a pas besoin de s'appesantir sur le premier résultat pour en faire ressortir toute l'importance; il excède tout ce qu'on a obtenu jusqu'à présent de plus avantageux dans le chauffage des chaudières des machines à vapeur. Il est vrai que le calcul de la vapeur produite est basé sur des observations indirectes, et on ne peut nier que la mesure directe de la quantité d'eau évaporée serait plus satisfaisante; mais il semble que, s'il y a erreur dans l'évaluation de la quantité de vapeur, ce doit être plutôt par défaut que par excès.

Ce qui tend d'ailleurs à appuyer ces résultats, c'est que, d'une part, la production de vapeur n'est que de 25 kilog. par heure et par mètre carré de surface de chauffe; ce qui prouverait que l'air chaud ne s'échappe par la cheminée qu'après s'être dépouillé de la plus grande partie de sa chaleur, alors même que l'épreuve faite à l'aide de l'étain ne l'aurait pas déjà constaté; c'est que, d'une autre part, la consommation considérable de combustible, comparée à la surface de la grille, prouve la perfection du foyer et le bon emploi de l'air dans la combustion.

Ces résultats, qui paraissent dus à la disposition adoptée pour les bouilleurs, sont assez importans pour mériter d'être signalés, et le sous-

---

que, le fourneau étant déjà échauffé, la chaleur développée par le foyer était employée tout entière à produire de la vapeur.

signé croit rendre un service aux arts industriels en en attestant l'exactitude.

P. S. Le soussigné croit utile, pour fixer davantage les idées, de joindre ici le détail des dimensions principales de l'appareil, extrait du rapport déjà cité, du 6 septembre 1831.

« La chaudière en tôle, de $0^m,007$ d'épaisseur,
» est cylindrique, de $0^m,80$ de diamètre intérieur,
» et de $4^m,20$ de longueur, y compris la flèche
» des deux calottes sphériques qui terminent les
» deux extrémités : les bouilleurs, avec lesquels
» elle est en communication sur deux points de
» sa longueur, sont également en tôle, et ont
» $0^m,30$ de diamètre intérieur et même longueur
» que la chaudière.

	mèt. cubes.
» La capacité des deux bouilleurs est de. . . .	0,59.
» Celle de la chaudière de.	2,00.
» Et comme la chaudière est habituellement à » moitié pleine, nous avons pour la capacité » occupée par l'eau	1,59.
» ——— par la vapeur.	1,00.
» Ayant, d'un autre côté, pour la capacité » des cylindres..	0,118.
	mètres.
» (1) Longueur de la grille du foyer.	1,15.
Largeur *idem*.	0,60.
	mèt. carrés.
Surface du foyer.	0,69.
Surface libre.	0,18.

(1) On a vu précédemment que ces dimensions ont depuis été un peu réduites.

		mètres.
» Distance des bouilleurs entre eux.		0,08.
» ———————————	aux parois latérales. .	0,05.
» ———————————	au sommet de la voûte.	0,08.
» ———————————	au pont.	0,08.
» ———————————	à la grille.	0,40.
		mèt. carrés.
» Espace libre autour des bouilleurs.		0,18.
» Section des carneaux.		0,14.
» ——— de la cheminée.		0,20.
		mètres.
» Hauteur de la cheminée.		25,00.

Lyon, le 20 août 1832.

» *L'Ingénieur en chef des mines du 13e arrondissement,*

« *Signé* C. Puvis. »

Note de M. Walter.

Depuis l'établissement de l'appareil dont on vient de faire connaître les dimensions principales et les résultats, l'auteur a continué ses recherches sur les chaudières à vapeur. Les expériences qu'il a faites et les renseignemens qu'il a recueillis l'ont conduit à un nouveau système de construction de chaudières et de fourneaux. Il applique ce système, soit aux chaudières à tuyaux bouilleurs, soit aux chaudières à dôme, dites de Watt, en les modifiant; et les frais que nécessitent les changemens qu'il y apporte sont peu considérables, eu égard à l'économie de combustible qui en résulte. L'importance de ces perfectionnemens est telle qu'à Paris, où le combustible est à un prix élevé, l'économie que l'on peut obtenir sur les appareils ordinaires, qui ne produisent le plus souvent que 4 à 5 kilogrammes de vapeur pour 1 kilog. de houille, peut s'élever de 1000 à 1200 fr. par an, pour une

machine de 20 chevaux, à basse pression, marchant constamment, et à un peu moins de moitié de cette somme, si la machine ne marche que pendant 12 ou 15 heures par jour.

Cette économie se soutient assez bien dans les fourneaux des petites machines, et elle est à peu de chose près proportionnelle à leur force. On sent, du reste, qu'elle doit varier suivant la plus ou moins bonne construction des appareils existans.

ANALYSE

DE

DIVERS MINÉRAUX MÉTALLIQUES;

PAR M. P. BERTHIER.

1°. VOLKONSKOÏTE du *Mont-Jefimictski.*

La découverte de cette substance a été annoncée dans le Journal des mines russe, l'année dernière. Elle vient du mont Jefimictski, dans le district d'Okhausks, gouvernement de Perne. On la trouve en veines minces et en nids. Elle est compacte, à cassure conchoïde ou inégale, mate; mais elle prend le poli sous le frottement du doigt; elle est très-tendre et douce au toucher. Sa couleur est le beau vert d'herbe. On y distingue dans quelques parties des grains de quartz ferrugineux, ce qui porte à croire que son gisement appartient aux roches arénacées.

La volkonskoïte donne beaucoup d'eau, et devient couleur merde d'oie, lorsqu'on la chauffe dans un tube de verre. Par calcination au creuset de platine, elle perd 0,232 de son poids, ne s'agglomère pas, et prend une couleur brune qui

s'approche de celle du café brûlé. Elle fait gelée avec l'acide muriatique concentré et bouillant; mais cet acide ne dissout que la moitié du chrôme que contient le minéral, tout au plus, et laisse le reste mêlé avec la silice. Pour en faire l'analyse, on l'a fondue au creuset d'argent, avec 2 parties de nitre et 2 parties de potasse caustique; on a eu :

Oxide de chrôme.	0,340	Oxigène	0,100
Peroxide de fer.	0,072		0,022
Magnésie.	0,072		0,028
Silice.	0,272		0,140
Eau.	0,232		0,205
	0,988		

On ne saurait se prononcer avec certitude sur l'état de combinaison dans lequel ces élémens se trouvent entr'eux. Si l'on suppose qu'ils forment un seul composé homogène, les données de l'analyse conduisent à la formule $(FM^2\,Ch^7)\,S^{10} + 15\,Aq$. Mais si l'on considère que bien qu'il se dissolve du chrôme dans l'acide muriatique ce métal ne s'y dissout cependant pas à beaucoup près en totalité, et qu'en admettant qu'il soit à l'état d'hydrate $Ch\,Aq$, et que le minéral soit mélangé d'une petite quantité de quartz, les autres élémens forment entr'eux la combinaison très-simple $(FM^2)\,S^9 + 6\,Aq$, qui est analogue à une écume de mer; on préférera peut-être cette dernière supposition.

L'espèce pure $(FM^2)\,S^9 + 6\,Aq$ serait théoriquement composée de :

Protoxide de fer.	0,131
Magnésie.	0,154
Silice.	0,517
Eau.	0,198
	1,000

et l'hydrate de chrôme *Ch Aq* serait composé de :

Oxide de chrôme.	0,7484
Eau.	0,2516
	1,0000

Dans l'échantillon analysé, l'hydrate de chrôme contient la même quantité d'eau que l'hydrosilicate terreux.

2°. Fer titané *de Baltimore, en Maryland* (Amérique septentrionale).

Ce minerai se rencontre en bancs très-considérables dans un terrain de gneiss. On a essayé de le traiter dans des hauts-fourneaux, mais il paraît que l'on n'a pas réussi à le fondre. Il est tantôt en masses pures, et tantôt intimement mêlé avec les élémens du gneiss. Le minerai pur est compacte, à cassure inégale, luisante, et il jouit de la propriété magnéti-polaire. Sa pesanteur spécifique est de 4,9. Sa poussière est grise; mais très-souvent elle a une teinte rouge prononcée, qu'elle doit à un mélange visible de peroxide de fer. Le minerai mélangé prend souvent la texture schisteuse : la roche qui lui sert de gangue est nuancée de rouge et de vert pâle.

Le minerai de Baltimore est complétement attaquable par l'eau régale, mais lentement et difficilement. Il se dissout, au contraire, assez

aisément dans l'acide sulfurique concentré et bouillant, lorsqu'on a eu soin de le réduire en poudre impalpable par la porphyrisation, et la liqueur ne se trouble ni par l'ébullition, ni par l'addition de l'eau. En ajoutant de l'acide tartrique à cette liqueur, on peut ensuite séparer exactement le fer de titane, en suivant le procédé de M. H. Rose. L'acide sulfurique concentré dissout également la plupart des minéraux qui sont composés d'oxides de fer et de titane, lorsque ce dernier ne s'y trouve pas en trop forte proportion.

Le minerai de Baltimore ne contenant pas la plus petite trace de manganèse, il est possible de doser avec beaucoup d'exactitude les deux élémens dont il se compose, au moyen d'un simple essai par voie sèche :

20 g.	minerai.			20g,00
10	argile calcinée.			10 ,00
7	marbre	=	chaux	3 ,94
				33 ,94

ont donné :

Fonte.	12g. 00	Total. . .	29, 62
Scorie.	17,62		
Fondans ajoutés. .	13,94	Oxigène. .	4, 32
Matières étrangères au fer.	3,68 = 0,184.		

Ces 0,184 de matières étrangères se composent d'oxide de titane et de quartz. La proportion du quartz ayant été trouvée de 0,020 par voie humide, il reste 0,164 d'oxide de titane ; on en a trouvé 0,166 par l'acide sulfurique : ainsi ces deux résultats s'accordent bien, d'autant que l'on sait qu'au

contact du charbon l'oxide de titane perd une certaine quantité, petite à la vérité, mais notable de son oxigène.

La fonte était blanche et un peu cristalline, mais très-tenace, et elle s'aplatissait sous le marteau avant de se rompre. La scorie était vitreuse, d'un noir éclatant, opaque, et recouverte à la surface d'un enduit couleur de cuivre.

12 g. de fer prendraient 3 g. 54 d'oxigène pour se changer en protoxide, 4 g. 70 pour se changer en oxide magnétique, et 5 g. 31 pour se changer en peroxide. La perte dans l'essai ayant été de 4 g. 32, il s'ensuit que le fer se trouve, dans ce minerai, partie à l'état de protoxide, partie à l'état d'oxide magnétique. Ce minerai est donc composé, comme les autres variétés de fer titané, de titanate et de ferrate de protoxide fer; il contient :

Fer métallique.	0,600
Oxigène.	0,214
Acide titanique.	0,166
Quartz.	0,020
	1,000

Un échantillon à poussière rouge a donné à l'essai 0,23 d'oxigène pour 0,556 de fer métallique; ce qui prouve que dans cet échantillon le fer titané était mêlé avec du peroxide de fer.

Il serait intéressant pour la science que l'on fît de nouveaux essais pour traiter ce minerai au haut-fourneau : on verrait quelle serait la proportion relative du titane qui resterait à l'état de protoxide dans la scorie et de celui qui se réduirait à l'état métallique.

3°. Fer oxidé octaédrique de *Framont*.

Parmi les minerais de fer que fournissent les filons qui sont exploités aux environs de Framont (département des Vosges), il en est un désigné sous le nom de *mine noire*, qui se compose essentiellement d'une argile ferrugineuse et très-manganésienne, au milieu de laquelle on voit une multitude de petits cristaux métalliques très-éclatans : il y a aussi de ces cristaux dans les masses de quartz et de fer oligiste que l'on rencontre fréquemment avec l'argile. Ces cristaux sont petits, mais très-nets; leur forme est l'octaèdre régulier, ils sont d'un noir de fer et ils ont tous les caractères extérieurs du fer oxidé magnétique, mais ils n'exercent absolument aucune action sur le barreau aimanté. On ne peut pas les isoler de toute leur gangue, mais en lavant le minerai par décantation, passant le résidu à travers un tamis de crin serré et lavant ensuite à l'augette à main, il ne reste plus avec les cristaux que des paillettes de fer oligiste. Or, quand on examine ce mélange par voie humide, on n'y trouve pas la plus petite trace de protoxide de fer pur, et il donne au creuset brasqué 0,72 de fonte comme le peroxide de fer (1). Ces cristaux n'appartiennent donc pas à l'espèce désignée en minéralogie sous le nom de *fer oxidulé*. Ce doit être du peroxide de fer pseudomorphique.

---

(1) Le peroxide de fer ne contient que 0,70 de métal; mais il donne toujours à l'essai environ 0,72 de fonte, parce que celle-ci contient les 0,03 à 0,04 de son poids de carbone.

4°. MINERAI DE FER de la *Lizolle* et de *Servan* (Allier.)

On rencontre fréquemment des minerais de fer qui renferment de l'acide phosphorique; mais jusqu'ici on n'a constaté dans aucun la présence de l'acide arsenique d'une manière bien authentique. Les minerais de la Lizolle et de Servan en contiennent une proportion notable, et sous ce rapport ils méritent de fixer l'attention. Ces minerais se trouvent à la surface du sol, près de Montaigu; le premier aux Gros-Boinats, commune de la Lizolle, et le second aux Bioules, commune de Servan ; ils appartiennent à un terrain primitif.

Le minerai de la Lizolle est compacte, d'un brun foncé, à cassure inégale et luisante : on y a trouvé,

Peroxide de fer.	0,790
Acide phosphorique.	0,011
Acide arsenique.	0,007
Matières pierreuses.	0,046
Eau.	0,146
	1,000

Essayé avec 0,025 de marbre, il fond très-bien et donne 0,543 de fonte et 0,059 de scories, et il y a une perte de 0,265 en oxigène. La fonte est blanche, cristalline et très-cassante; la scorie vitreuse, opaque et de couleur blonde.

Le minerai de Servan est d'un brun jaunâtre plus ou moins foncé; sa structure est feuilletée; il est pénétré d'une multitude de petites paillettes de mica. On y trouve 0,013 d'acide arsenique par voie humide. Essayé avec 0,20 de marbre il fond très-bien et produit 0,375 de fonte

blanche très-cassante, 0,462 de scorie vitreuse, avec une perte en oxigène de 0,154.

L'arsenic contenu dans ces deux minerais s'y trouve à l'état d'acide, car il se dissout en totalité dans l'acide muriatique. On l'a dosé en le précipitant de cette dissolution par le moyen de l'hydrogène sulfuré. Il est sans doute combiné avec du peroxide de fer, comme l'est ordinairement l'acide phosphorique.

5°. Minerai de cuivre d'*Escouloubre* (département de l'Aude).

Le minerai d'Escouloubre a été découvert récemment. Il est en masses compactes ou sublamellaires, d'un rouge brun foncé, veinées de cuivre pyriteux d'un jaune éclatant : on y aperçoit aussi çà et là quelques fentes étroites qui sont enduites de cuivre carbonaté vert. On ne peut pas enrichir ce minerai par le lavage, les parties les plus fines, et qui sont les premières entraînées par le courant, ont absolument la même teneur en cuivre que celles qui restent sur l'augette ; mais, en le concassant en petits morceaux, on peut, à l'aide d'un triage fait avec soin, se procurer des échantillons qui ne contiennent pas de cuivre pyriteux. Un pareil échantillon a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.	0,570
Oxide de cuivre.	0,247
Acide carbonique.	0,058
Eau.	0,102
Quartz et silice gélatineuse.	0,028
	1,005

ce qui donne :

Carbonate vert de cuivre.	0,326
Hydrate de peroxide de fer.	0,515
Peroxide de fer.	0,127
Quartz et silice.	0,028
	0,996

Ce que ce minerai présente de tout particulier, c'est que, quoique fort riche en cuivre, on n'y soupçonnerait pas à l'aspect l'existence de ce métal, s'il ne renfermait pas de cuivre pyriteux, parce que le carbonate de cuivre y est mêlé d'une manière tellement intime avec l'oxide et l'hydrate de fer, que la matière a tous les caractères d'un minerai de fer. On suppose que le cuivre s'y trouve à l'état de carbonate vert d'après les données de l'analyse, et parce que l'on voit quelques veinules de ce carbonate dans le minerai. Comme après l'action des acides la gangue quartzeuse reste mélangée de silice gélatineuse, il se pourrait qu'il y eût un peu de silicate de cuivre avec le carbonate.

Le minerai non trié donne à l'essai 0,214 de cuivre rouge avec trois fois son poids de flux noir, après qu'on l'a grillé.

Pour en faire l'analyse on peut le traiter par l'acide acétique ou par le carbonate d'ammoniaque. L'acide acétique dissout promptement tout le carbonate de cuivre, mais il dissout en même temps une quantité assez considérable d'oxide de fer. Le carbonate d'ammoniaque, mis en digestion à chaud avec le minerai, en sépare exactement tout le carbonate de cuivre sans dissoudre aucune autre substance, mais il faut pour cela que le minerai soit exactement porphyrisé. En faisant

bouillir la liqueur tout le cuivre se dépose à l'état de sel double. L'ammoniaque peut aussi dissoudre le carbonate de cuivre, mais lentement et en l'employant en grande quantité.

En grand on pourrait fondre immédiatement le minerai d'Escouloubre au fourneau à manche, ou mieux encore au fourneau à réverbère, en y ajoutant les fondans convenables, parce que le carbonate de cuivre et le cuivre pyriteux se décomposeraient réciproquement. On pourrait aussi le faire digérer dans de l'acide sulfurique étendu qui dissoudrait le carbonate de cuivre et donnerait naissance à du sulfate.

6°. Cuivre panaché de *Nadaud* (Haute-Vienne).

Il paraît que ce minerai ne s'est trouvé qu'en très-petite quantité. Il vient du bois de Nadaud, commune de Saint-Sylvestre. Il est compacte, amorphe, à cassure raboteuse, d'un jaune métallique, nuancé de rouge et de violet. Il a donné à l'analyse :

Cuivre.	0,700
Fer.	0,079
Soufre.	0,200
Mica et quartz.	0,002
	0,981

Par le grillage il perd 0,06 de son poids et il produit ensuite 0,65 de cuivre rouge, avec 3 parties de flux noir. C'est évidemment un composé de 1 at. de proto-sulfure de fer et 8 at. de proto-sulfure de cuivre; car, théoriquement, un pareil composé contient :

Cuivre. .	0,7042	ou sulfure de cuivre. .	0,8802
Fer. . .	0,0753	sulfure de fer. . .	0,1198
Soufre. .	0,2205		
	1,0000		1,000

7°. SUR DEUX NOUVELLES VARIÉTÉS D'HAIDINGERITE.

J'ai fait connaître, sous le nom d'*haidingerite*, une espèce nouvelle qui se compose de 4 at. de sulfure d'antimoine, et 3 at. de protosulfure de fer, et qui s'est rencontrée dans une mine d'antimoine, à Chazelles, département du Puy-de-Dôme; mais l'haidingerite n'est pas la seule combinaison de sulfure d'antimoine et de sulfure de fer qui existe dans la nature. J'ai eu occasion d'en examiner deux autres. L'une vient de la mine du *Martouret*, située à peu de distance de Chazelles; la seconde a été trouvée à *Anglar*, département de la Creuse.

Le minerai du Martouret est homogène en apparence, quoiqu'il renferme une grande proportion de matières pierreuses. Sa texture est fibreuse, à fibres parallèles : sa cassure transversale est grenue et presque mate : sa couleur est le gris bleu, mais moins bleu et moins éclatant que le gris du sulfure d'antimoine pur; on y a trouvé :

Gangue pierreuse blanche.	0,600
Sulfure d'antimoine.	0,337
Protosulfure de fer.	0,063
	1,000

ce qui donne, en faisant abstraction de la gangue,

Sulfure d'antimoine.	0,843
Protosulfure de fer.	0,157
	1,000

ou presque exactement 8 at. de sulfure d'antimoine pour 3 at. de protosulfure de fer; c'est-à-dire deux fois autant du premier sulfure que dans l'haidingerite.

Le minerai d'Anglar se trouve associé à du sulfure d'antimoine pur et à des pyrites de fer. Les pyrites forment près des parois du filon une bande presque compacte et pure ; puis vient une bande de sulfure d'antimoine ferrugineux, et le centre est occupé par du sulfure pur dans lequel on aperçoit cependant çà et là des veines et des nids de sulfure ferrugineux. Celui-ci est d'un gris de fer un peu bronzé, à cassure grenue, cristalline ou fibreuse, à fibres minces, parallèles et serrées, tandis que le sulfure pur est d'un gris bleu éclatant et lamelleux, à grandes lames allongées. Le minerai ferrugineux, trié avec le plus grand soin, donne

Quartz.	0,07
Sulfure d'antimoine.	0,75
Proto-sulfure de fer.	0,18
	1,00

ou en faisant abstraction de la gangue :

Sulfure d'antimoine.	0,806
Proto-sulfure de fer	0,194

ce qui équivaut exactement à 2 at. de sulfure d'antimoine pour 1 at. de sulfure de fer.

On connaît donc acuellement trois composés de ces deux sulfures à l'état natif, qui contiennent pour 8 at. de sulfure d'antimoine, l'un, l'haidingerite, 6 at. de sulfure de fer; l'autre, le minerai d'Anglar, 4 at., et le troisième, le minérai du Martouret, 3 at. seulement. Le rapport entre le soufre du sulfure d'antimoine et le soufre du sulfure de fer est, dans le premier, de 2 à 1, dans le second de 3 à 1, et dans le quatrième de 4 à 1.

8°. DIVERSES CALAMIMES.

Les calamines sont essentiellement formées de carbonate de zinc anhydre ; mais cette substance y est rarement pure ; elle s'y trouve fréquemment combinée avec une certaine quantité de carbonate de fer, et le plus souvent elle est intimement mélangée de carbonates de plomb, de chaux et de magnésie, de silicate de zinc hydreux et anhydre, et d'hydrate de fer. Quelquefois aussi elle contient, comme les minerais de fer, de l'oxide de manganèse qui la colore en noir. Les analyses suivantes montrent en quelles proportions variées ces diverses substances peuvent se trouver associées.

	AMPSIN.	OURAL.	PYRÉNÉES.	MONTOULIN.	TUNIS.	ISERLOHN.		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
Oxide de zinc	0,574	0,564	0,586	0,387	0,226	0,528	0,462	0,562
Protoxide de fer	0,040	0,034	...	...	...	0,022	...	...
Oxide de plomb	...	...	0,026	0,159	0,108	0,036	...	...
Chaux	...	...	...	...	0,202	...	...	...
Magnésie	...	...	...	...	0,056	...	...	...
Oxide de fer	...	0,050	0,056	0,173	0,014	0,012	0,190	0,022
Oxide de manganèse	...	...	...	...	...	...	0,010	0,080
Acide carbonique	0,340	0,342	0,296	0,270	0,340	0,324	0,306	0,324
Eau	...	...	...	...	0,028	...	...	...
Gangue	0,042	0,004	0,036	0,010	0,007	0,064	0,038	0,010
Silice combinée	...	...	...	...	0,018	...	...	...
	0,996	0,994	1,000	0,999	0,999	0,986	0,996	0,998
Carbonate de zinc	0,890	0,873	0,870	0,600	0,289	0,815	0,718	0,862
Carbonate de fer	0,065	0,053	...	...	...	0,038	...	...
Carbonate de plomb	...	...	0,032	0,189	0,129	0,044	...	...
Carbonate de chaux	...	...	...	...	0,357	...	...	...
Carb. de manganèse	...	...	...	...	0,116	...	...	...
Silicate de zinc	...	...	...	...	0,058	...	...	...
Hydrate de fer	...	0,053	0,056	0,201	0,020	0,014	0,222	0,026
Hydrate de manganèse	...	...	...	...	...	...	0,018	0,100
Gangue	0,042	0,004	0,036	0,010	0,007	0,064	0,038	0,010
	0,997	0,983	0,994	1,000	0,976	0,975	0,996	0,998

(1) *Calamine d'Ampsin*, près Huy, en Belgique. Elle est caverneuse, translucide, grisâtre, et ressemble par l'aspect à de la calcédoine. Quelques parties sont tachées de jaune par de l'hydrate de fer.

(2) *Calamine des monts Ourals* en Sibérie. En grosses stalactites creuses, à surfaces mamelonnées, à cassure cristalline. Elle est colorée en jaune par de l'hydrate de fer, mais lorsqu'on la traite par l'acide muriatique on trouve du protoxide de fer dans la dissolution, ce qui, conjointement avec la perte par la calcination, prouve l'existence du carbonate de fer dans cette calamine.

(3) *Calamine des Pyrénées-Occidentales*. On dit qu'elle se trouve en assez grande abondance dans un lieu très-élevé des Pyrénées, du côté de Saint-Jean-Pied-de-Port. Elle est compacte et jaunâtre, mêlée de galène à facettes moyennes. Les paysans l'avaient prise pour une mine d'étain, mais elle ne renferme pas la plus petite trace de ce métal. On y trouve seulement un indice de cadmium.

(4) *Calamine de Montoulin* (département de l'Hérault). Elle est compacte, d'un jaune d'hydrate de fer, mate, mais parsemée de noyaux cristallins translucides, grisâtres, de carbonate de plomb.

(5) *Calamine de Tunis*, en Afrique. Il paraît que ce minerai existe en amas très-considérable dans la régence de Tunis. Il est en morceaux amorphes, un peu cellulaires, dur, pesant, à cassure grenue, d'un rouge d'oxide de fer pâle et opaque dans quelques parties, et dans d'autres

incolore et translucide. Il est mêlé de galène qui s'y trouve en nids et en veinules, et qui ne contient pas la plus petite trace d'argent. Il y a des échantillons dans lesquels le silicate de zinc domine beaucoup et se montre en petits cristaux prismatiques rougeâtres. Le carbonate de chaux et le carbonate de magnésie proviennent de la gangue et indiquent que le minerai gît dans un terrain calcaire, comme la plupart des calamines d'Europe.

(6) (7) (8) *Calamines d'Iserlohn* en Westphalie. On exploite, auprès de la ville d'Iserlohn, un gite de calamine qui se trouve dans un calcaire ancien, comme la calamine de la Vieille-Montagne, et qui est assez abondant pour alimenter une fabrique de zinc. On distingue trois principales variétés de minerai (6) (7) et (8). Le minerai (6) est en masses caverneuses, dont les cavités sont tapissées de mamelons de carbonate de zinc et enduites d'hydrate de fer : on y distingue çà et là quelques lamelles de galène. Le minerai (7) est en masses cariées, presque friables, d'un jaune d'ocre. Le minerai (8) est le moins commun. Il est en masses cariées, noires et mates : il doit évidemment sa couleur à de l'hydrate de manganèse.

En Belgique et dans le grand-duché du Rhin, les calamines sont fréquemment accompagnées de minerais de fer, et l'on sait que la plupart des minerais de fer de ces contrées laissent dégager du zinc dans les hauts-fourneaux. Il y a à Anglar, auprès de Liége, un minerai de cette espèce, qui renferme une proportion considérable de car-

bonate et de silicate de zinc. Il est compacte, çà et là, caverneux, d'un jaune foncé, nuancé de rouge, et il donne à l'analyse :

Peroxide de fer. . . .	0,626	Oxide de fer. . . .	0,626
Oxide de zinc. . . .	0,172	Carbonate de zinc.	0,140
Silice combinée. . . .	0,032	Silicate de zinc hydreux	0,122
Acide carb. et eau. .	0,170	Eau.	0,112
	1,000		1,000

Indépendamment des moyens que l'on emploie ordinairement pour analyser les calamines, on peut se servir avec avantage de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque pour faire ces analyses. L'ammoniaque ne dissout pas le pompholix non plus que l'oxide de zinc calciné, même à chaud, mais elle dissout au contraire très-facilement le carbonate artificiel ou naturel, et sépare complétement ce carbonate du silicate et de la plupart des autres gangues. La dissolution est accélérée par une chaleur tempérée. La liqueur ammoniacale se décompose promptement et complétement par l'ébullition, et quand toute l'ammoniaque en a été chassée il n'y reste pas la plus petite trace d'oxide de zinc : celui-ci se dépose sous forme d'une masse gélatineuse en partie carbonatée, soluble immédiatement dans l'ammoniaque même à froid. Le carbonate d'ammoniaque dissout facilement et complétement le pompholix et l'oxide de zinc préparé par la calcination du nitrate, mais seulement à la température de l'ébullition. Il dissout aussi le carbonate de zinc natif à l'aide de la chaleur : néanmoins, il est moins commode pour les analyses que l'ammoniaque caustique, parce qu'il a l'in-

convénient de dissoudre en même temps une quantité notable d'oxide de fer.

9°. MINERAIS D'ARGENT AURIFÈRES *du Mexique*.

Ces minerais ont été remis au laboratoire de l'Ecole des mines par M. Colquhoun, capitaine d'artillerie de la marine anglaise et directeur d'une compagnie qui a l'entreprise de grandes exploitations au Mexique. Les échantillons étaient au nombre de dix. Les six premiers étaient indiqués comme venant de la grande mine dite *la veta grande de Zacatnas*; le septième provenait du district de Balanas : la localité des trois derniers n'était pas indiquée. Voici quel a été le résultat de l'essai de ces différens minerais.

N°. 1. C'est une galène en gros schlich. Il a donné 0,54 de plomb avec 1 p. de carbonate de soude et 0,25 de fer métallique; 0,51 avec 2 p. de flux noir, et 1,7 avec 4 p. de litharge. Il a pu se coupeller directement avec 2 p. de plomb, et c'est par ce procédé qu'on en a obtenu la plus forte proportion d'argent : cette proportion est de 0,0095. La coupelle était d'un vert d'olive, çà et là tachée de couleur de rouille, fendillée sur les bords, et comme perforée dans les parties moyennes; mais il n'y avait pas de scories. L'argent contenait une trace d'or. Ce schlich est composé de :

Sulfure de plomb.	0,75
Sulfure d'argent.	0,01
Pyrite de fer.	0,06
Quartz.	0,18
	1,00

Tout l'argent s'y trouve à l'état de sulfure; car

il se change en totalité en chlorure par l'action de l'acide muriatique.

N°. 2. Gros schlich, composé de pyrite blanche arsenicale, mélangée d'une matière noire, bleuâtre, en partie pierreuse, qui contient probablement de la blende et de la galène. Avec 20 p. de litharge, il donne 3,1 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0140 d'argent contenant une trace d'or.

N°. 3. Schlich semblable au précédent, mais beaucoup plus pierreux et mélangé de quartz blanc. Avec 20 p. de litharge et 0,6 de nitre, il a donné 0,66 de plomb, qui par coupellation a laissé 0,0144 d'argent contenant une trace d'or.

N°. 4. Gros schlich composé de quartz blanc et de spath calcaire blanc, laminaire, opaque, mêlé de pyrite blanche arsenicale en petits cristaux. Avec 20 p. de litharge, il donne 1,1 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0004 d'argent contenant une trace d'or.

N°. 5. Gros schlich mêlé de pyrite blanche arsenicale et de quartz, mais ne contenant que peu de spath calcaire. Avec 20 p. de litharge et 1,4 de nitre, il donne 1,25 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0005 d'argent ne contenant qu'une très-légère trace d'or.

N°. 6. Schlich très-fin, grisâtre, composé de calcaire, de pyrite et de quartz. Avec 2 p. de litharge, il donne 2,9 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0010 d'argent ne contenant qu'une très-légère trace d'or.

N°. 7. Morceaux amorphes, principalement composés d'oxide rouge de fer écailleux et mêlé de parties pierreuses blanches et de parties cuivreuses bleues-verdâtres. Il ne fait qu'une très-

légère effervescence avec les acides, et laisse dans l'eau régale un résidu blanc gélatineux. Par voie humide, on y trouve 0,11 de cuivre : il est probable que ce métal y existe à l'état d'hydrosilicate. Le minerai, fondu avec 15 p. de litharge et 0,1 de charbon, donne 2,55 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0003 d'argent contenant une trace d'or.

N°. 8. Morceaux amorphes, composés de cuivre pyriteux mêlé d'un peu de cuivre carbonaté vert et de fer hydraté brun, à cassure résineuse, et qui doit renfermer de la silice combinée, puisqu'il fait gelée avec les acides. Avec 20 p. de litharge, il donne 1,50 de plomb. Il ne contient pas du tout d'argent, mais on y trouve une trace d'or.

N°. 9. Morceaux de quartz contenant quelques lamelles calcaires. Avec 20 p. de litharge et 1 p. de flux noir, il donne 1,5 de plomb. Il contient 0,00095 d'or, mais on n'y trouve pas d'argent. L'or doit y être disséminé d'une manière très-irrégulière à l'état natif.

N°. 10. Argile ferrugineuse, brune, très-manganésifère. Avec 12 parties de litharge et 0,08 de charbon, elle donne 1,9 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0004 d'argent contenant une assez forte proportion d'or. L'argent doit se trouver dans ce minerai à l'état natif; car il peut en être enlevé par l'acide nitrique : il n'y en a pas la plus petite portion à l'état de chlorure, car l'ammoniaque n'en dissout pas.

10°. Minerai d'argent *de Huelgoat*.

On exploite à Huelgoat, département du Finistère, dans les parties supérieures d'un filon de galène et de blende qui traverse un terrain de grauwacke, un minerai d'argent qui consiste essentiellement en quartz carié mêlé de fer hydraté, et que l'on désigne ordinairement sous la dénomination de *terres rouges*, parce que le plus souvent il est friable et terreux. Quoique ce minerai ne contienne que 0,001 à 0,002 d'argent, on l'a toujours traité avec profit; et depuis que M. Junker a reconnu que l'on pouvait, sans rien perdre, le concentrer, par le lavage sur les tables, jusqu'à l'amener à contenir 0,010 d'argent, il est devenu fort important pour l'établissement de Poullaouen. Il est en masses cariées peu solides ou même friables, d'un jaune clair veiné de brun; les quatre cinquièmes de l'argent qu'il renferme s'y trouvent à l'état de chlorure. Dans les morceaux très-riches, on voit souvent ce chlorure disséminé en très-petits grains cubiques d'un blanc perlé: le reste de l'argent y existe à l'état natif, à l'exception d'une très-petite quantité qui est associée à la galène. Outre l'argent, ce minerai renferme d'autres substances métalliques: jusqu'ici on n'en connaissait pas exactement la nature; mais M. Junker étant parvenu à les séparer des gangues par des lavages poussés à l'extrême pour essai, il m'a été facile d'en faire une analyse rigoureuse. J'ai trouvé le minerai brut, le minerai enrichi par le lavage et les résidus d'un lavage poussé à l'extrême composés comme il suit:

	Minerai brut. (1)	Minerai enrichi. (2)	Résidu de lavage. (3)
Chloro-phosphate de plomb.	0,0450	0,203	0,695
Galène		trace	0,250
Blende		0,098	0,020
Argent	0,0015	0,010	0,035
Hydrate de fer	0,6735	0,580	trace
Quartz	0,2800	0,109	
	1,0000	1,000	1,000

Pour analyser ces matières, on commence par les faire bouillir avec de l'acide oxalique, qui dissout tout l'hydrate de fer ; on sèche le résidu, on le pèse, et on le fait digérer dans de l'acide muriatique pur et affaibli ; on délaie dans une suffisante quantité d'eau chaude, et tout le chloro-phosphate de plomb se dissout. On peut encore séparer le phosphate des autres matières au moyen de la potasse caustique en excès, qui le dissout, ou au moyen du carbonate de soude en dissolution concentrée, qui le décompose à l'aide de l'ébullition, et dissolvant ensuite le carbonate de plomb dans l'acide acétique : reste un mélange de galène, de blende, d'argent et de quartz, que l'on traite, soit par l'acide nitrique, soit par le nitre mêlé de carbonate de potasse au creuset d'argent, etc. Pour doser l'argent d'une manière très-exacte, et pour reconnaître à quel état il se trouve, on a essayé ces matières par la voie sèche, en les employant premièrement telles qu'elles sont, et secondement après les avoir fait digérer avec de l'ammoniaque et bien lavées. La différence dans les quantités d'argent obtenues donne la propor-

tion de ce métal, qui se trouve à l'état de chlorure, état dans lequel il est dissous avec une grande facilité par l'ammoniaque. En opérant de cette manière, j'ai reconnu que les deux tiers de l'argent que contiennent le minerai brut (1) et le minerai enrichi (2) y sont combinés avec du chlore, et que le reste est libre de toute combinaison.

On ne peut pas porter la richesse du minerai à plus de 0,01 de fin. Lorsqu'on essaie de prolonger le lavage, même en petit, on trouve que les bourbes entraînées par l'eau contiennent beaucoup d'argent. Si l'on continue de laver jusqu'à ce que les dernières traces de l'hydrate de fer disparaissent, le résidu est très-peu considérable, et la galène se concentre dans ce résidu, tandis que la blende et le chlorure d'argent sont emportés par le courant d'eau. On pourrait, si on le jugeait utile, extraire la presque totalité des matières plombeuses du minerai par ce moyen.

J'ai essayé de séparer l'argent du minerai enrichi (2) en le chauffant avec de l'acide sulfurique, mais la totalité ne s'est pas dissoute. 20^{g} imbibés d'acide sulfurique concentré ont été chauffés graduellement dans un creuset de terre jusqu'à la chaleur rouge sombre, puis on a délayé la matière dans beaucoup d'eau et filtré. La dissolution a donné avec l'acide muriatique $0^{g},15$ de chlorure d'argent, équivalent à $0^{g},122$ d'argent. Le résidu ayant été fondu avec 200^{g} de litharge et 15^{g} de flux noir, il en est résulté 10^{g} de plomb qui, par coupellation, ont laissé $0^{g},06$ d'argent. Comme les 20^{g} de minerai en contenaient $0^{g},20$, on voit que l'acide sulfurique n'en n'a dissout qu'environ les deux tiers. On sait effectivement que cet acide ne décompose le chlorure que très-difficilement.

Le résidu du lavage fait en grand (3) se compose de grains blanchâtres de phosphate de plomb, d'autres grains gris-bronze qui sont de la blende, de lamelles de galène et de très-petites particules brillantes d'argent natif. Par la porphyrisation il donne une poussière grise qui tache le mortier en gris métallique. Il ne contient pas la plus petite trace de chlorure d'argent. La plus grande partie de ce métal y est à l'état natif, mais il y en a une certaine quantité en combinaison dans la galène. Quand on traite la matière par l'acide nitrique faible, il se dégage une quantité sensible de gaz nitreux, et l'on trouve dans le résidu, qui pèse environ 0,34, 0,0055 de chlorure d'argent; mais ce chlorure provient évidemment de la réaction du nitrate d'argent sur le chlorure de plomb contenu dans le phosphate.

Fondu avec 2 p. de flux noir, le résidu de lavage (3) devient liquide comme de l'eau et produit 0,685 à 0,715 de plomb, bien ductile, et une scorie couleur de tartre qui retient un peu d'argent; quand on le fond avec 10 p. de litharge il produit 10,3 de plomb; avec 2 p. il en produit 0,48, et avec 1 p. seulement 0,22; mais la totalité de l'argent est entraînée par le plomb, même dans ce dernier cas.

Chauffé avec 0,2 à 0,3 de petits morceaux de fil de fer, il entre aisément en fusion et donne une scorie cristalline bronzée et 0,56 de plomb qui laissent 0,034 d'argent par coupellation, d'où il suit qu'il ne reste qu'une petite quantité de ce métal dans la scorie.

J'ai essayé si en ajoutant une certaine quantité de chaux à ce minerai, pour décomposer le phosphate de plomb, on pourrait le fondre et en ex-

traire l'argent en n'employant que la moitié de son poids de litharge, et cela a réussi. Effectivement 10^g de minerai chauffés avec 5^g de litharge et $0^g,5$ de chaux caustique se sont fondus très-aisément, et sans se boursouffler, et ont produit 0,25 de plomb contenant à peu près tout l'argent. Ce moyen de traitement pourrait être employé en grand en chauffant le mélange sur le bain de coupellation. Mais je pense que le meilleur procédé consisterait à chauffer le minerai sur un bain de coupelle après l'avoir mêlé avec un poids égal au sien de litharges riches provenant des coupellations antérieures, et à passer ensuite la scorie au fourneau à manche.

NOTE

SUR

UN THÉORÈME DE MÉCANIQUE;

Par M. E. CLAPEYRON, Ingénieur des mines.

Les géomètres ne sont pas encore parvenus à rendre compte d'une manière satisfaisante des phénomènes compliqués qui accompagnent le mouvement des fluides, et cette théorie importante, à laquelle se rattachent tant de questions pratiques, restera peut-être encore longtemps au-dessus des ressources puissantes de l'analyse moderne; cependant, sans aborder de front les difficultés que présente la théorie du mouvement des fluides, il est possible d'arriver d'une manière fort simple à des résultats que je ne crois pas avoir été encore remarqués, et qui se prêtent à de nombreuses applications.

Le théorème dont je parle découle immédiatement des lois primordiales du mouvement, comme le principe de la conservation du centre de gravité dont il n'est qu'une traduction, qu'une forme nouvelle; sa rigueur n'est pas altérée par l'existence de forces dues à des actions réciproques, et il s'applique aussi bien à un amas de masses incohérentes telles que du sable ou de la poussière, ou à un liquide visqueux comme l'eau, qu'aux fluides abstraits que l'on est trop souvent obligé de considérer en mécanique.

Lorsqu'un corps solide est placé au milieu d'un fluide en mouvement, les molécules de celui-ci se détournent à son approche et décrivent des trajectoires dont la figure est une conséquence des formes du corps solide, des forces accélératrices et des lois générales du mouvement. De ces différentes causes résultent des pressions exercées sur le corps solide qu'il est souvent utile d'apprécier; c'est ainsi que la pesanteur, la viscosité de l'eau, le frottement qu'elle exerce sur les parois d'un bâtiment en mouvement, donnent naissance à la résistance qui nécessite les frais de halage sur les rivières et les canaux, et sur mer l'action de la force motrice du vent ou de la vapeur.

Il existe entre la résultante des pressions exercées sur chaque point de la surface d'un solide en mouvement au milieu d'un fluide, et la quantité de mouvement gagnée ou perdue par celui-ci, une relation que je vais établir.

Dans un système de points matériels en mouvement, soumis à des forces quelconques, on démontre que la somme des produits de chaque masse par le coefficient différentiel de sa vitesse estimée parallèlement à une ligne quelconque, est égale à la somme des composantes des forces qui agissent sur le système parallèlement à la même direction; dans le second membre de cette équation disparaissent les forces dues à des actions mutuelles, telles que celles qui donnent naissance au frottement et à la viscosité.

Dans le mouvement permanent des fluides les forces sont indépendantes du temps, le second membre est donc constant; si on intègre par rapport au temps entre les limites o et 1, le second membre est multiplié par un et le premier mem-

bre représente la quantité dont a varié dans l'unité de temps la somme des quantités de mouvement que possédait le fluide parallèlement à la ligne que l'on considère.

Donc, dans le mouvement permanent des fluides, la somme algébrique de toutes les forces qui agissent sur le système, parallèlement à une direction donnée, est égale à la quantité dont varie, dans une seconde, la somme des produits des masses par leurs vitesses estimées dans le même sens.

On arrive à un résultat semblable dans le cas où le mouvement du fluide est périodique, c'est-à-dire où l'état du fluide en chaque point est le même à des époques successives séparées par des intervalles égaux; alors la somme des forces est elle-même périodique entre les mêmes limites du temps : intégrant les deux membres entre ces deux limites et divisant par la durée de la période, le premier membre représente le rapport entre les quantités de mouvement perdues ou gagnées par le fluide dans les limites de la période; et la durée de la période elle-même, et le second membre est la valeur moyenne de la somme algébrique des forces qui agissent sur le système pendant la même période.

Enfin, dans le cas général, la quantité de mouvement perdue ou gagnée par le système, parallèlement à une direction donnée, pendant l'unité de temps, est égale à la valeur moyenne des composantes des forces qui ont agi sur le système, parallèlement à la direction que l'on considère, pendant le même intervalle de temps.

Appliquons ce principe au choc d'une veine fluide contre une surface plane perpendiculaire à sa direction, supposons ce plan sollicité par une

force normale qui l'empêche de céder à l'action du fluide, et estimons les forces et les vitesses parallèlement à l'axe de la veine fluide : alors toutes les forces dues aux actions réciproques des molécules fluides entre elles et sur celles du plan se détruisent deux à deux, et le second membre ne contient plus que la pression supportée par le plan.

Elle est égale à la quantité de mouvement perdue par le fluide pendant une seconde; si après le choc les mélocules fluides se meuvent parallèlement au plan, elle est égale au produit de la vitesse par la masse d'eau écoulée dans une seconde, ou, ce qui revient au même, au poids d'une colonne de fluide qui aurait pour mesure le double produit de la section de la veine par la hauteur due à la vitesse.

Si l'on termine la surface choquée par des rebords qui contraignent le fluide de se mouvoir après le choc dans une direction opposée à sa vitesse primitive et avec une vitesse égale, la quantité de mouvement perdue dans une seconde, et par suite la pression deviennent doubles de ce qu'elles étaient dans le cas précédent. Des expériences directes confirment pleinement ces deux résultats.

Le même principe explique la réaction qu'exerce un fluide pesant qui s'échappe, par un orifice vertical, d'un vase qu'il remplit, et en donne la mesure; elle est égale au poids d'une colonne fluide qui aurait pour mesure le double produit de la section de la veine contractée par la hauteur due à la vitesse en ce point.

On démontre de la même manière que si une veine fluide vient à choquer une surface plane

sous un angle aigu, celle-ci éprouvera dans le sens de la normale une pression qui sera à la pression exercée dans le cas du choc direct comme le sinus de l'inclinaison est à l'unité; de plus par suite du frottement du liquide en mouvement sur la surface plane, celle-ci éprouvera, dans le sens de son intersection avec un plan normal parallèle à la direction de la veine fluide, une pression égale à la quantité de mouvement perdue dans ce sens pendant une seconde : elle serait nulle dans le cas d'un fluide parfait qui exerce des actions normales sur les surfaces avec lesquelles il est en contact, mais on ne peut la négliger quand on fait des expériences sur l'eau. Alors la pression totale, exercée dans une direction quelconque notamment dans celle de la veine fluide, se composera de deux termes qui seront égaux aux deux pressions dont nous venons de parler, projetées sur la direction que l'on considère; c'est sans doute faute d'avoir tenu compte de la pression parallèle à la surface, que l'on n'a pu jusqu'ici arriver à aucune loi sur le choc de l'eau sous des angles obliques.

Si de ces cas particuliers nous nous élevons à des questions d'un ordre plus général, nous reconnaîtrons par exemple que, lorsqu'un navire poussé par le vent se meut rapidement à la surface des mers, la résistance que lui opposent les flots dans une direction donnée est égale à la quantité de mouvement qu'il leur imprime pendant une seconde dans la même direction. Cette résistance est égale et opposée à la somme des pressions exercées par le vent sur les voiles et sur les agrès décomposées dans le même sens, et celle-ci se mesure également par la quantité de mouve-

ment perdue par l'air parallèlement à la direction que l'on considère.

De même un oiseau qui traverse les airs d'un mouvement uniforme et rectiligne imprime dans une seconde au fluide ambiant dans la direction de la pesanteur une quantité de mouvement égale à son poids; on peut par là se donner une idée de la quantité prodigieuse de force vive que doivent développer les organes locomoteurs des oiseaux. Dans l'hypothèse même où la nature, fidèle au plan d'économie qu'elle paraît s'être tracé, aurait tout disposé de manière à ne donner lieu à aucune production de force qui ne servît à atteindre le but qu'elle se propose, nous pourrons par là apprécier la difficulté du problème mécanique que l'homme aurait à résoudre s'il songeait à se frayer un chemin dans les airs, et à s'y mouvoir sous les mêmes conditions que les animaux organisés pour ce but.

Nous admettrons ainsi que les ailes des oiseaux impriment une vitesse verticale égale à leur vitesse moyenne, à la masse d'air qu'elles déplacent dans leur mouvement de haut en bas, et qu'elles mettent à revenir à leur position primitive un temps égal à celui qu'a nécessité le premier mouvement.

Cela posé, nommant p le poids de l'oiseau, m la masse d'air mise en mouvement dans une seconde, s la surface des ailes, v leur vitesse, 9,808 étant la vitesse qu'imprime la pesanteur aux graves au bout d'une seconde, $\frac{1}{770}$ étant la densité de l'air par rapport à celle de l'eau.

Prenant le mètre pour unité de longueur et le poids d'un mètre cube d'eau distillée pour unité de poids, on aura $p = mv$.

Et la force vive dépensée dans une seconde devra être

$$\frac{mv^2}{2} \text{ ou } \frac{1}{2}pv = \frac{1}{2}\frac{p^2}{m}.$$

$$\text{Or, } m=\frac{1}{2}\times\frac{sv}{9{,}808\times770}, \text{ donc } p=mv=\frac{1}{2}\times\frac{sv^2}{9{,}808\times770}.$$

$$\text{On tire de là } \frac{1}{2}v=\sqrt{\frac{9{,}808\times770}{2}\times\frac{p}{s}},$$

$$\text{et enfin } \frac{mv^2}{2}=61{,}45\times p\sqrt{\frac{p}{s}}.$$

Cette formule indique que plusieurs espèces d'oiseaux dans lesquelles les ailes varieraient proportionnellement au poids devraient dépenser, pour se soutenir dans l'air, une quantité de force vive proportionnelle à ce poids.

On trouve aussi qu'un homme pesant avec son appareil 100 kil., et muni d'ailes de 100 mètres quarrés de surface, devrait, pour se soutenir dans l'air, développer par seconde une force vive capable d'élever une tonne à $0^m,19$ ou 190 kil. à 1 mètre, ce qui équivaut à la force de 2 à 3 chevaux (vapeur).

Telle aussi devrait être la force d'un oiseau pesant 100 kil. et muni d'ailes de 100 m. quarrés. Ce résultat donne une idée de l'énergie de la force musculaire chez les oiseaux, elle se lie sans doute à la température élevée de leur sang.

En admettant cette proportion entre le poids et la surface des ailes, on trouvera pour ce que l'on peut appeler la force vive spécifique des oiseaux 1,90 kil., élevés à 1 mètre par seconde par kilogramme de poids.

L'évaluation la plus certaine que l'on ait donnée

du maximum de force vive que peut développer un homme pesant 64 kilog. dans une journée de huit heures de travail, est de 205 kilog. élevés à 1 kilomètre, ce qui donnerait seulement 0, 11 pour la force vive spécifique de l'homme; elle serait ainsi plus de 10 fois moindre qu'elle n'est chez les oiseaux.

Comme dernière application du principe que j'ai posé, je citerai la théorie des roues à palettes en mouvement dans un coursier dont elles occupent toute la largeur; nommant m la quantité d'eau fournie par seconde, v la vitesse et u celle des palettes; la pression moyenne supportée par celles-ci est $m\ (v-u)$ qui est la quantité de mouvement perdue dans une seconde; par suite la force vive transmise dans le même temps sera $m\ (v-u)\ u$; il devient ainsi inutile d'entrer dans des détails délicats sur la force vive perdue dans le choc de l'eau contre une palette, perte d'ailleurs qui n'est qu'apparente.

Le Théorème qui fait l'objet de cette note n'est, comme l'on voit, qu'un énoncé, qu'une traduction des lois les plus simples du mouvement; mais il me paraît fécond en applications utiles, et jette quelque lumière sur les circonstances qui accompagnent le choc des fluides, contre un obstacle fixe et le mouvement d'un solide dans un milieu résistant. Peut-être au moment où l'analyse enrichie des découvertes récentes s'épuise en efforts prodigieux et souvent impuissans, n'est-il pas inutile de se reporter quelquefois aux principes qui ont servi de point de départ à la science; et peut-être est-il possible d'y puiser encore quelques aperçus nouveaux.

ESSAIS

Sur la fusion des minerais de fer spathique au moyen de l'anthracite, dans le haut-fourneau de Vizille (Isère), pendant l'année 1827;

Par M. **GUEYMARD**, ingénieur en chef des mines.

Les montagnes de Vizille, à 3 lieues de Grenoble, renferment un grand nombre de gites de minerais de fer carbonaté, exploités autrefois pour les hauts-fourneaux de *St.-Barthélemy*, de *Sonnant*, *d'Articol* et de *St.-Laurent en Royans*. Depuis long-temps ces usines n'existaient plus : le haut-fourneau de *Riouperoux* ne pouvait consommer tout le minerai, et le projet de fondre la surabondance avec de l'anthracite fut conçu par M. de Miremont, connu avantageusement par ses travaux sur la métallurgie.

Nous n'avions aucun précédent pour résoudre le problème le plus difficile et peut-être le plus hardi qu'a présenté l'effervescence industrielle qui a parcouru pendant trois ans tous les départemens du royaume. L'Angleterre même ne nous présentait que deux tentatives infructueuses du traitement du minerai de fer avec l'anthracite. Tant que ce combustible n'entrait pas dans les fourneaux dans une proportion supérieure à $\frac{1}{5}$ leur allure n'était pas changée et les fontes res-

taient toujours grises. Lorsque l'anthracite dépassait le $\frac{1}{5}$, les fontes devenaient de suite blanches et les fourneaux se refroidissaient, au point de faire craindre des engorgemens. Ces renseignemens avaient été pris sur les lieux, à deux époques différentes, par deux de mes amis, messieurs Chaper et Frèrejean, et on pouvait compter sur leur exactitude.

Des détails sur les constructions du haut-fourneau, de la machine soufflante et des accessoires de l'établissement, seraient sans intérêt. J'indiquerai seulement que la forme intérieure du fourneau était identique avec celle du haut-fourneau de Vienne (Isère) dont l'existence est déjà ancienne.

Des intérêts d'une haute importance ne permettant pas à l'auteur du projet de suivre les expériences, la direction supérieure, à titre honorifique, me fut confiée et imposée par ordre supérieur. Pour conduire à bonnes fins une entreprise qui était au-dessus de mes forces, je dus naturellement m'adresser à tous les hommes de l'art et particulièrement à M. de Miremont. J'ai lutté pendant 7 mois contre des obstacles que je crois invincibles; aujourd'hui, le problème a été résolu sous le rapport de la science, mais l'industrie n'a rien gagné.

Pour mettre de l'ordre dans l'exposé de ce mémoire, je le diviserai en trois parties. Dans la première je donnerai les analyses des minerais, des fondans et des combustibles employés. Dans la deuxième, je ferai connaître les résultats du premier fondage, sous la gestion de M. Lebrun. Dans la troisième enfin, j'exposerai les expériences faites pendant le deuxième fondage, sous M. Robin, régisseur.

PREMIÈRE PARTIE.

Analyse des minerais, des fondans et des combustibles qui devaient être employés à la fonderie de Vizille.

Les minerais qui devaient être fondus à Vizille se trouvaient dans les montagnes de *Vaulnaveys*, de *Vizille* et *de St.-Pierre de Mésage.* Ils appartenaient, les uns, au fer carbonaté, et les autres aux triples carbonates de fer, de chaux et de magnésie. J'ai analysé ceux du *Vent*, de *Cornillon*, de la *Grande-Fosse*, de *Sainte-Julie*, des *Halles*, du *Grand-Filon*, de *St.-Cloud*, de *La Lauze*, de *Sainte-Thérèse*, de *Pierre-Plate*, *etc.* Les élémens constitutifs de ces divers minerais étaient, acide carbonique, oxide de fer, silice, magnésie, oxide de manganèse et chaux. Je ne rapporterai pas ici les chiffres qui sont sans intérêt pour les *Annales* et qui n'auraient qu'un but de prolixité.

Nous avons pris les fondans dans les calcaires de Vizille appartenant à l'étage supérieur du lias. J'ai obtenu les résultats suivans :

	1re. variété.	2e. variété.
Carbone	0,001	«
Silice	0,016	«
Argile		0,020
Alumine et ox. de fer	0,012	0,046
Chaux	0,552	0,526
Perte par la calcination	0,419	0,408
	1,000	1,000

Les combustibles provenaient tous des exploitations d'anthracite du canton de *La Mure* : leur analyse m'a donné les résultats suivans :

Nom de la mine.	Carbone.	Soufre.	Cendres.	Totaux.
Putteville. . . .	0,93610	0,01890	0,04500	1,00000
Ravana.	0,88734	0,00566	0,10700	1,00000
Villaret	0,87712	0,00088	0,11200	1,00000
Rivoire.	0,97627	0,00373	0,02000	1,00000
Bois de Bataille.	0,94987	0,00313	0,04700	1,00000

Je dois faire remarquer que le soufre dans ces anthracites est uni au fer, et que le sulfure n'est pas en proportion constante sur tous les points d'un même gîte. Je m'en suis assuré par diverses analyses que j'ai faites sur des échantillons voisins appartenant à la même couche.

Dans les essais qui suivent, je n'ai cherché que la quantité des résidus incombustibles, puisque le soufre est toujours un élément variable.

Noms de la mine anthracite friable.	Carbone.	Cendres.	Totaux.
Puhaynard.	0,956	0,044	1,000
Devandi	0.920	0,080	1,000
Bois de Bataille. . .	0,910	0,090	1,000
Ravana.	0,820	0,180	1,000
Putteville	0,920	0,080	1,000
Rivoire.	0,920	0,080	1,000

Les analyses que je viens de rapporter avaient été faites sur des échantillons pris aux mines. Je crus qu'il était prudent de faire de nouveaux essais sur les anthracites reçus par la fonderie. Ces combustibles furent divisés en quatre tas, en raison de leur richesse :

Le 1er. a donné, sur 100 parties, de 4,17 à 5,00 de cendres ou résidus incombustibles;

Le 2ᵉ. a produit depuis 5,5 jusqu'à 7,0;
Le 3ᵉ. . . . . 13,5 jusqu'à 22,5;

Le 4ᵉ., qui était composé d'anthracite menu, a fourni 11,43 de cendres pour 100 d'anthracite.

Nous n'avons employé dans nos essais au haut-fourneau que les deux premiers tas, comme les plus purs et les plus propres pour la fusion.

J'ai soumis aussi à l'analyse chimique les cokes de Rive-de-Gier, destinés pour commencer les opérations de la fusion dans les fonderies de Vizille. La moyenne m'a donné 10,71 de cendres sur 100 de coke.

Enfin, pour compléter la partie docimastique, je transcris ici trois analyses qui se rattachent à l'établissement de Vizille.

Analyse des cendres de l'anthracite ou des résidus incombustibles.

Silice.	0,584
Alumine.	0,400
Chaux.	0,016
Ox. de fer.	une trace.
	1,000

Analyse des laitiers du haut-fourneau de Vizille, lorsque l'allure était bonne.

Silice.	0,430
Alumine.	0,108
Chaux.	0,308
Magnésie.	0,136
Ox. de manganèse et de fer.	une trace.
Perte.	0,018
	1,000

Analyse des poussières rejetées par le gueulard.

Perte au feu.	0,120
Argile.	0,168
Peroxide de fer.	0,456
Chaux.	0,142
Magnésie.	0,040
Anthracite et coke.	0,074
	1,000

DEUXIÈME PARTIE.

Premier fondage à Vizille, sous la direction de M. Lebrun.

Quelques jours avant la mise à feu du haut-fourneau de Vizille, il s'éleva une discussion entre plusieurs membres du comité et moi. On voulait commencer immédiatement les expériences avec l'anthracite pur, dans la conviction qu'il n'y aurait pas de difficultés à combattre. Effrayé moi-même par quelques essais préliminaires sur les anthracites, je voulais procéder du connu à l'inconnu et commencer la fonte avec du coke pur, en introduisant successivement l'anthracite par dixième. Mon avis prévalut et la mise à feu eut lieu le 13 avril 1827, avec le coke de Rive-de-Gier. Les essais furent très-satisfaisans. On fit varier le nombre des tuyères, le diamètre des buses, la pression du vent et les variétés des minerais. Les fontes furent toujours belles, imitant les gueuses anglaises destinées au moulage. Il ne survint pas le moindre dérangement pendant toute la durée de ces essais.

On remplaça $\frac{1}{10}$ du poids du coke par le même poids d'anthracite. La fusion s'opéra bien et les fontes devinrent encore plus belles. M. Lebrun

crut devoir attribuer ce changement à l'anthracite; quant à moi je ne pus partager son opinion et je demeurai convaincu qu'il avait été produit par la température du fourneau qui était plus élevée. Les suites justifièrent mes prévisions. Déjà avec $\frac{1}{10}$ d'anthracite, il y eut un léger ralentissement dans la descente des charges.

$\frac{8}{10}$ de coke et $\frac{2}{10}$ d'anthracite donnèrent des résultats semblables, avec cette différence que les charges descendaient encore un peu moins vite, le nombre des tuyères et la pression de l'air restant constans; mais aux $\frac{2}{10}$ nous ne faisions que ce que les Anglais avaient fait avant nous.

Avec $\frac{7}{10}$ de coke et $\frac{3}{10}$ d'anthracite, il y eut encore un ralentissement dans la descente des charges. La nature des fontes ne fut point altérée, non plus que celle des laitiers qui présentaient toujours les mêmes caractères physiques et la même composition chimique. Ils étaient parfaitement dépouillés de fer et je n'ai jamais trouvé qu'une trace de ce métal dans les laitiers qui provenaient d'un bon travail.

$\frac{6}{10}$ de coke et $\frac{4}{10}$ d'anthracite donnèrent encore un ralentissement dans la descente des charges. Comme l'anthracite se délitait dans le fourneau, la circulation de l'air y devenait plus difficile et dans quelques circonstances le tirage présentait des difficultés. Alors l'air s'échappait sur le devant du fourneau par l'ouverture de la tympe, entraînant quelquefois avec lui des masses de laitiers fondus sous forme de gerbes incandescentes. On ne pouvait éviter ces projections de laitier qu'en chargeant le devant de la tympe avec de grosses masses de laitiers froids, ou avec des pièces de fonte.

La descente plus lente des charges dans le four-

neau occasionait encore l'affinage du minerai sur les étalages. Les secousses qui étaient ensuite occasionées par les masses affinées finissaient par déranger un peu la marche du fourneau, ce qui était toujours annoncé par les laitiers qui changeaient de couleur en raison des diverses quantités de fer qu'ils contenaient, et par la nature des fontes que l'on obtenait à la première coulée. Ces fontes n'avaient plus un beau grain, elles étaient d'un gris blanc, à grains fins, serrés et ternes. Elles devenaient ensuite truitées et blanches quand l'allure du fourneau était plus mauvaise.

On a soutenu le fourneau dans ces oscillations pendant quelques jours; puis il fut décidé que l'on augmenterait encore l'anthracite d'un dixième, ce qui faisait parties égales de coke et d'anthracite.

Bientôt on s'aperçut d'un nouveau retard dans la descente des charges et des projections de laitier plus fréquentes, non-seulement par le tympe, mais encore par les tuyères. Nous fimes varier le vent, le nombre des tuyères, lès mélanges, etc., mais on ne vit pas de grandes chances en faveur d'un mieux, lorsque le fatal événement de la machine soufflante vint arrêter la marche trop pénible du fourneau, après avoir broyé le malheureux ouvrier ajusteur qui était descendu dans un des cylindres, sans avoir prévenu les fondeurs ni le garde-vanne.

De cette première série d'essais nous pûmes conclure, 1°. que les minerais de fer carbonaté pouvaient être convertis en fonte avec le mélange de moitié coke de la Loire, et moitié anthracite de la Mure; 2°. que, la marche du fourneau était pénible; 3°. que la descente des charges étant lente, le produit en fonte par 24 heures ne s'éle-

vait pas au delà de 1800 à 2000 kil.; 4°. que les fontes étaient de bonne qualité pour les moulages; 5°. que les laitiers, hors l'époque des dérangemens, étaient toujours bien purifiés et ne contenaient pas de fer.

La consommation des combustibles s'élevait dans ces premiers essais à 300 ou 400 pour 100 de fonte. Elle eût été moindre s'il eût été possible de marcher plus long-temps sur un même mélange, mais on sent ici qu'en variant si souvent tous les élémens il fallait toujours que la température des fourneaux fût élevée pour prévenir tout engorgement.

On avait fait sûrement un grand pas en employant les 5 dixièmes d'anthracite, mais il restait encore à trouver les moyens de faire descendre les charges plus rapidement, d'éviter les projections des laitiers et l'affinage de la fonte sur les étalages, de connaître la quantité de minerai que l'on pourrait fondre avec le mélange des combustibles, et enfin de s'assurer si on pourrait dépasser les 5 dixièmes d'anthracite.

TROISIÈME PARTIE.

Second fondage sous la gestion de M. Robin.

Les accidens survenus à la machine ayant été réparés par M. Robin, et le creuset du haut-fourneau ayant été refait, on mit à feu de nouveau pour commencer une seconde série d'expériences.

Il fut arrêté que l'on procéderait de suite avec moitié coke et moitié anthracite, pour faire suite aux premiers essais, en prenant toutes les mesures convenables pour éviter les projections de laitier, les accrochemens sur les étalages et la

lenteur dans la descente des charges. Tous les moyens employés furent sans succès et ne firent que soulager l'état pénible des fourneaux pour quelques instans. On fit usage successivement d'une tuyère, d'une seconde et d'une troisième. Elles furent posées horizontalement, puis inclinées un peu vers le haut pour faciliter la descente des charges. Les buses qui n'avaient que 18 lignes de diamètre furent portées progressivement jusqu'à 30 lignes. On varia également les mélanges des minerais, des fondans, la pression du vent, etc., mais toujours sans la moindre lueur de succès.

A la suite de ces tentatives pénibles, une maladie m'éloigna pour quelque temps des fonderies de Vizille; pendant ce temps, soit par crainte, soit parce que la position n'était pas tenable, M. Robin supprima tout l'anthracite. Dans moins de quatre jours, le fourneau se rétablit bien et donna de bonnes fontes avec des laitiers qui ne laissaient plus rien à désirer.

Dès que ma santé me permit de reprendre le cours de mes fonctions; on continua les essais avec $\frac{1}{10}$, $\frac{2}{10}$, $\frac{3}{10}$, $\frac{4}{10}$ et $\frac{5}{10}$ d'anthracite. Les mêmes phénomènes qui avaient eu lieu sous la gestion de M. Lebrun se reproduisirent, et les nouveaux moyens employés pour les combattre furent inutiles.

La cause de non-succès m'était bien connue. L'anthracite de la Mure est d'une compacité très-grande et la combustion en est très-lente. La descente des charges, dépendant de la combustion facile et prompte des combustibles, il n'y avait pas possibilité de changer notre position.

Mais l'obstacle plus grand encore, était la dé-

crépitation de l'anthracite dans le fourneau : ce combustible se réduisait en poussière dans quelques instans, et dès lors la circulation de l'air ne pouvant s'établir, on avait les projections de laitier par les tuyères et par la tympe.

J'avais précédemment fait, au laboratoire de Grenoble, quelques essais pour faire du coke avec $\frac{1}{2}$ de houille de la Loire et $\frac{1}{2}$ de poussière d'anthracite. Ces essais furent couronnés d'un grand succès en petit. Le coke était poreux, facilement combustible et d'une assez grande consistance pour pouvoir être employé dans un haut-fourneau. Je pensais que la fabrication en grand ne pouvait présenter le moindre obstacle, et de suite on fit construire un four pour faire ce coke. Il n'y a jamais eu possibilité d'agglutiner la poussière d'anthracite dans ce fourneau. Ce problème est possible, j'en demeure convaincu, mais il devait être confié à des mains plus habiles. Il ne pouvait, au surplus, que changer faiblement notre position. Amener à Vizille du combustible de Rive-de-Gier pour faire de la fonte, était un projet peu raisonnable, lorsque sur tous les points du royaume les élémens pour faire de de la gueuse sont à des distances moindres.

En désespoir de cause, et ne voyant pas la possibilité d'échapper au naufrage, je fis charger le fourneau avec des minerais crus, de la grosseur du poing, au lieu d'employer des minerais grillés qui finissaient par obstruer le fourneau avec l'anthracite, après la décrépitation. Dans deux jours le fourneau se rétablit bien, le tirage et la circulation de l'air étaient assez forts, les laitiers se purifièrent, les fontes devinrent grises et semblables aux plus belles fontes anglaises. En

résumé, le fourneau se conduisait avec autant de facilité que s'il avait marché au coke pur, avec cette différence que la descente des charges était beaucoup plus lente. Il n'y eut plus de projections de laitiers, plus d'accrochemens et d'irrégularités dans les produits.

Nous passâmes aux $\frac{6}{10}$ d'anthracite et $\frac{4}{10}$ de coke. Il n'y eut aucun changement dans la conduite, ni dans l'allure du fourneau. Seulement les charges descendaient plus lentement que dans l'expérience des $\frac{5}{10}$.

Avec $\frac{7}{10}$ d'anthracite et $\frac{3}{10}$ de coke, même allure et même laitier. Nous nous aperçûmes encore d'une marche plus lente dans la descente des charges et d'une tendance que les fontes avaient de passer à l'état truité.

On chargea $\frac{8}{10}$ d'anthracite et $\frac{2}{10}$ de coke. La descente des charges se ralentit et nous ne pûmes obtenir que des fontes truitées blanches pendant 8 jours de fusion. Comme la conduite du fourneau n'avait rien de pénible, nous passâmes aux $\frac{9}{10}$ d'anthracite et $\frac{1}{10}$ de coke. Deux jours après ce chargement, les projections de laitier recommencèrent, ainsi que les accrochemens et surtout un refroidissement dans le creuset qui faisait des progrès alarmans. Huit jours furent employés pour connaître les effets de ce mélange en combustible. On fit varier le vent, sa densité, le nombre des tuyères, la grandeur des buses, etc. On ne put obtenir que de la fonte blanche, très-lourde et pâteuse, qui ne pouvait s'arracher qu'avec des ringards au moment de la coulée.

Le comité à Paris avait désiré que les expériences fussent poussées à outrance; je fis en conséquence charger le fourneau avec de l'anthracite pur. Dès ce moment, les tuyères restèrent noires

et les laitiers furent surchargés de fer. Il ne fut plus possible de faire la moindre coulée. La fonte, à moitié affinée, se figeait dans le creuset; elle était blanche, demi-ductile et avait tous les caractères du fine-métal.

Le sacrifice du fourneau, je dirai même de l'entreprise, était fait, et les tentatives de toute espèce ne produisirent aucun soulagement dans cette allure si pénible; en ramenant ensuite les chargemens à $\frac{7}{10}$ d'anthracite et $\frac{3}{10}$ de coke, on rétablit la marche du fourneau.

Les difficultés insurmontables semblaient fortifier notre persévérance. Je pensai que si le fourneau n'avait eu que 10^m. de hauteur au lieu de 13^m,3, la réduction se serait faite, 1°. parce que les minerais employés étaient très-fusibles; 2°. que la fusion s'opérait autrefois dans le fourneau d'*Articol* qui n'avait que 4^m,6, qu'en outre le vent traverserait plus facilement la colonne de minerai et de combustible; que par suite les charges descendraient plus vite et on produirait plus de fonte.

On reprit en conséquence les chargemens de $\frac{7}{10}$ d'anthracite et de $\frac{3}{10}$ de coke, en les maintenant toujours à la hauteur de 10^m. du fond du creuset. La descente des charges ne fut pas plus rapide, les fontes devinrent truitées et le travail plus pénible. Suivant toutes les probabilités, un fourneau moindre en hauteur ne devait pas résoudre le problème.

Disons maintenant deux mots de la quantité d'air nécessaire avec l'anthracite. Lorsque le haut-fourneau marchait au coke pur, le manomètre marquait de 0^m,08 à 0^m,09. Lorsque la charge se composait de $\frac{7}{10}$ d'anthracite et de $\frac{3}{10}$ de

6.

coke, il fallait $0^m,15$ à $0,^m16$ de pression pour les fontes grises, $0^m,14$ pour les fontes truitées et $0^m,13$ pour les fontes blanches.

Avec une dose plus forte d'anthracite, le manomètre indiquait $0^m,20$.

Il était facile de prévoir qu'une grande pression était nécessaire en raison de la compacité de l'anthracite et de sa facilité à se réduire en poussière en se décrépitant. Le coke au contraire est très-poreux, et à volume égal il présente une surface bien plus grande. Aussi avec du coke pur nous faisions 40 ou 42 chargemens par 24 heures; avec $\frac{5}{10}$ d'anthracite et $\frac{5}{10}$ de coke, le nombre était de 25; à $\frac{7}{10}$ d'anthracite nous n'en faisions plus que 20, et lorsque nous n'avons employé que l'anthracite pur le nombre des chargemens n'a été qu'à 6, avec 0^m, 20 de pression.

Le problème de la fusion des minerais de fer carbonaté avec l'anthracite de *la Mure* est donc résolu sous le rapport de la science, mais non sous le rapport des finances. J'en ai fait connaître les principaux résultats en passant sous silence un grand nombre d'autres essais entrepris surtout pendant la gestion de M. Robin (1) qui m'a donné tant de preuves de dévouement et de capacité.

(1) M. Robin, ancien élève externe de l'école des mines, maintenant directeur des forges et fonderies de Niederbronn (Bas-Rhin), a envoyé à l'école royale des mines de Paris, une collection complète des produits du travail qui fait l'objet de ce mémoire. Ces produits sont déposés dans la collection métallurgique de l'école, arm. J, case 50. M. Robin a également dirigé des essais sur le puddlage des fontes avec l'anthracite, et il en a consigné les résultats dans un article inséré dans le tome VI, p. 109, de la deuxième série des *Annales*.

TURBINE HYDRAULIQUE

A axe vertical et à évacuation alternative, qui a été appliquée aux moulins de Pont-Gibaud (Puy-de-Dôme);

(*Planche I*, *fig.* 1, 2 *et* 3.)

Par M. BURDIN, ingénieur en chef des mines.

La Société d'encouragement pour l'industrie nationale. (*Voir* le rapport de M. Héricart de Thury, bulletin de l'année 1827, page 394), comprenant toute l'importance attachée aux turbines ou à des roues hydrauliques susceptibles de tourner avec toutes les vitesses autour de tous les axes, de marcher même sous l'eau à l'abri des variations de niveau, des glaces et autres obstacles, et cela sans cesser de produire le maximum d'effet théorique, crut devoir avec raison prolonger le prix institué pour l'application de pareilles machines. Avant-propos.

Parmi les concurrens qui ont répondu à cet appel, se fait remarquer M. Fourneyron, ingénieur civil à Besançon, ancien élève très-distingué de l'école des mineurs de Saint-Etienne, qui, poursuivant avec persévérance et courage la solution du grand problème dont il s'agit, est parvenu, entr'autres roues, à établir sur le Doubs une turbine immergée de la force de 40 à 50 che-

vaux dont les résultats vont sans doute être publiés par la Société précitée.

En attendant cette époque, il importe de faire connaître d'autres turbines exécutées en grand, comme celle que nous allons décrire, dont les effets bien constatés, confirmant les prévisions de la théorie, peuvent ainsi contribuer à propager ces sortes de moteurs, en dissipant les craintes et les répugnances qui ne s'opposent que trop souvent à l'établissement des nouveautés utiles.

Il serait superflu ici de revenir sur le calcul connu de ces sortes de machines, qui toutes, en y comprenant la turbine à réaction, décrite dans les Annales des Mines, 2ᵉ. série, tome III, page 517, peuvent être comprises dans les mêmes formules ou équations.

Rien n'empêchera d'ailleurs plus tard, de reprendre ce travail théorique qui offrira naturellement d'autant plus d'intérêt, qu'il existera un plus grand nombre de modifications ou variétés de turbines en activité sur les usines françaises.

Les machines dont il s'agit, exigeant, il est vrai, quelques notions scientifiques, se trouveront peut-être par ces motifs repoussées encore pendant quelque temps par les constructeurs d'une instruction peu avancée. Cependant, en voyant la facilité avec laquelle de pareilles roues se prêtent à toutes les circonstances imaginables, on ne peut vraiment s'empêcher de leur prédire un brillant avenir.

En effet, il ne s'agit que d'avoir l'intelligence un peu complète des turbines, pour trouver sur-le-champ à s'accommoder de toutes les chutes, de tous les volumes d'eau dont on aura à recevoir

l'action, et pour adapter ces roues à toutes les localités, et à tous les effets à produire.

Par exemple aura-t-on peu d'eau et une grande chute dans un petit espace? Rien n'empêchera d'employer la turbine à réaction que nous avons rappelée précédemment. S'agira-t-il au contraire d'une grande dépense d'eau et d'une chute moyenne de 2 à 6 mètres? La roue suivante alors conviendra parfaitement.

Enfin aura-t-on de petites chutes et de grands volumes d'eau comme ceux offerts par les rivières qui coulent en général près des villes considérables, et où jusqu'à présent les variations de niveau, les glaces et autres obstacles se sont plus ou moins opposés à l'établissement des roues hydrauliques, si désirables dans de pareilles localités? Dans ce cas on emploîra la turbine immergée dont j'ai fait mention dans mon Mémoire déposé en 1827 à la Société d'encouragement, roue que j'ai eu la grande satisfaction de voir plus tard perfectionnée et appliquée avec un plein succès sur le Doubs par un jeune mécanicien que je m'honore d'avoir eu pour élève.

Définition des termes employés.

Comme il s'agit ici d'une roue tout-à-fait nouvelle, il est utile de créer un langage particulier; je vais à cet effet rappeler quelques-uns des termes employés, soit dans le Mémoire ci-dessus soumis à la Société d'encouragement, soit dans celui approuvé le 19 avril 1824 par l'Institut, sur le rapport d'une commission composée de MM. de Prony, Dupin et Girard.

J'appelle *bassin alimentaire* le réservoir *juxtaposé à la roue*, *planche* I, fig. 1, 2 et 3, et fournissant l'eau au *pourtour injecteur* (voir ce mot plus bas); *compartimens réacteurs*, les canaux,

tuyaux ou parallélipipèdes courbes *a*, *a*, ..., dans l'intérieur desquels s'introduit et réagit l'eau motrice, accrochés supérieurement et inférieurement à des cercles en fer liés eux-mêmes aux bras en bois de la roue.

Ces compartimens, comme on voit, peuvent très-bien se construire avec des tôles accrochées ensemble et dont on aura préalablement fourni des patrons en carton à l'ouvrier.

A cet effet on commencera par découper sur un carton les *couloirs* qui forment les fonds de ces canaux courbes et sur lesquels réagit plus particulièrement l'eau motrice.

Les conditions principales à remplir par ces couloirs ou aubes courbes, consistent, comme on sait, à venir se terminer presque tangentiellement avec le plan horizontal, et à faire à leur origine avec la verticale les angles voulus par les formules pour que la turbine ait telle vitesse à sa circonférence ou fasse tel nombre de tours par seconde, exigé par l'usine où elle est appliquée.

Les couloirs de la roue dessinée dans la *planche I* présentent $8° \frac{3}{4}$ et $17° \frac{1}{3}$ pour ces angles initiaux faits à leurs points les plus rapprochés et les plus éloignés de l'axe. On remarquera encore que les compartimens ou canaux courbes qui nous occupent, et qui ont un demi-mètre de développement environ, viennent verser ou rendre alternativement l'eau motrice, le premier en dehors du pourtour récepteur de la roue, le deuxième au-dessous de ce pourtour et le troisième en dedans.

J'appelle cet artifice *évacuation alternative*; cette évacuation autorisée, comme on sait,

par la théorie, est d'une très-grande importance puisqu'elle empêche que l'eau épanchée à peu près en repos, dans l'espace absolu, par un couloir, ne soit choquée par le couloir qui vient à la suite pendant le mouvement.

Il est inutile d'ailleurs d'observer ici que ces couloirs en projection horizontale se terminent tous tangentiellement à des circonférences décrites autour de l'axe de la roue.

J'appelle maintenant *directeurs*, des tôles ou plans un peu gauches qui dirigent l'injection des bassin alimentaire sur les couloirs de la roue avec les incidences voulues par la théorie (1); *orifices injecteurs* du bassin alimentaire, des ouvertures $b, b, \ldots$, évasées à leur origine pour éviter la contraction de la veine fluide: ils sont compris entre les directeurs et pratiquées dans un bloc de bois, sur un arc de cercle d'autant plus grand qu'on voudra dépenser un plus grand volume d'eau.

Enfin, je désigne par *pourtour injecteur* du bassin alimentaire et par *pourtour récepteur* de la roue:

1°. Le lieu des orifices injecteurs du bassin alimentaire;

---

(1) Pour déterminer les angles d'incidence A et A_1, on a:

$$\sin. A = \frac{gH}{\frac{Vu}{R}\left(R - \frac{b}{2}\right)}, \quad \text{et} \quad \sin. A_1 = \frac{gH}{\frac{Vu}{R}\left(R + \frac{b}{2}\right)},$$

g étant la gravité, H la hauteur totale de la chute, $V = \sqrt{2gh}$ étant la vitesse absolue de l'eau entrante dans la roue, u celle du milieu du pourtour récepteur de cette turbine à l'extrémité du rayon R, enfin b étant la largeur horizontale du pourtour ou arc expulseur de la caisse alimentaire où l'eau éprouve une pression gh, h étant la hautenr de la chute au-dessus de la roue.

2°. L'espace annulaire par où l'eau motrice s'introduit dans la roue.

Effet produit par la turbine en question.

Les fig. 1, 2 et 3 de la *planche* I, et l'explication qui termine cette notice suffisant pour donner une intelligence complète de la roue dont il s'agit, nous allons maintenant exposer les résultats obtenus par cette machine.

Après plusieurs mois d'activité la turbine de Pont-Gibaud ayant été examinée, dans le temps, par une commission nommée par M. le Préfet du Puy-de-Dôme, et composée de MM. de Thuret, ingénieur en chef au corps royal des ponts et chaussées, Busche père, directeur de la réserve de Paris et membre de la Société d'encouragement, Charolois, Busche fils, et Chenot, a été reconnue, après beaucoup d'expériences comparatives, comme *économisant au moins trois fois plus l'eau motrice que des roues horizontales à percussion, à peu près du même rayon, et placées dans des circonstances identiques.*

En effet la roue à percussion qui a été remplacée aux moulins de Pont-Gibaud par la turbine dépensait 0,28 mètres cubes pour faire le travail obtenu de cette dernière avec 0,0935 mètres cubes seulement, tombant de 3^{m}, 24 de hauteur.

Cette même turbine, comparée à deux autres roues horizontales à percussion encore en activité sous la même chute, a offert des résultats analogues.

Enfin, plus tard, ayant pu, pendant des réparations postérieures faites aux usines de Pont-Gibaud, appliquer un frein à l'arbre tournant de la roue en question, essai que la localité n'avait pas permis à la commission de faire dans le principe, j'ai trouvé un *effet utile* de 0,67, équivalent à celui des bonnes roues à augets.

Au reste la commission précitée (*voir* son rapport déposé à la Société d'encouragement), entre autres avantages, remarqua : 1°. la légèreté de la turbine de Pont-Gibaud ; 2°. le petit espace qu'elle exigeait ; 3°. son économie de construction ; 4°. sa possibilité de dépenser au besoin beaucoup d'eau.

Enfin cette même commission ayant trouvé que la vitesse de la roue répondait très-bien aux angles d'incidence de l'eau et autres conditions indiquées par la théorie, cette *coïncidence parfaite lui a paru de très-bon augure et lui a fait présumer avec fondement que si la théorie s'est pleinement vérifiée sur ce point essentiel, il a dû en être de même pour l'effort d'abord, ensuite pour l'effet dynamique produit de cet effort par la vitesse.*

Explication des fig. 1, 2 *et* 3 *de la* Planche I.

aa... Compartimens réacteurs en projection horizontale et verticale évacuant alternativement l'eau les uns à côté des autres, composés de trois tôles clouées et rivées ensemble.

bb... Orifices injecteurs du bassin alimentaire. Ils sont renfermés entre deux directeurs en tôle et convenablement évasés à leur entrée afin d'obtenir une injection à gueule-bée dans les compartimens. Le plateau où sont pratiqués ces orifices est posé au fond de la caisse attenante au *bassin alimentaire* dans laquelle caisse l'eau est pressée à partir du niveau de la chute.

cc... Bassin alimentaire ou caisse au fond de laquelle le système injecteur peut jouer afin de coïncider constamment avec le *pourtour récep-*

teur de la roue. Le niveau supérieur du bassin est à $3^{m},24$ au-dessus de l'extrémité inférieure des compartimens.

dd... Crochets et clavettes servant à démonter la roue ou à la diviser en deux parties.

ee... Pates en fer destinées à fixer la roue en fer et en tôle sur un cadre de bois.

ff... Evasement du *pourtour récepteur* de la roue.

gg... Cercle extérieur pour contenir les *compartimens réacteurs*.

MÉCANIQUE.

Extrait d'un mémoire de M. Morin, capitaine d'artillerie, ayant pour titre : *Compte rendu d'une mission dans les fonderies d'artillerie, dont le but était de comparer et d'étudier les effets des moteurs qui y sont employés*;

(*Planche I*, *fig.* 4, 5, 6, 7 et 8.)

Par M. Eug. LEFEBURE DE FOURCY, élève-ingénieur des mines.

M. Morin a mesuré le travail des machines qu'il a examinées, au moyen de l'appareil dessiné (*Pl.* 1, *fig.* 4). C'est le frein dynamométrique employé par M. de Prony dans ses essais sur la machine du Gros-Caillou, et décrit dans les Annales des mines (tome XII, p. 91). Seulement les poids des différentes pièces de l'appareil ne se faisant plus équilibre autour de l'axe fixe de rotation, comme dans le frein de M. de Prony, il a fallu dans chaque expérience ajouter à la charge variable du frein la charge constante due à la partie du poids de l'appareil qui n'était pas supportée par l'axe. L'on a déterminé cette charge en fixant le crochet d'attache de la charge du frein au plateau d'une balance, et en faisant reposer la partie frottante sur un couteau dont la position correspondait à la trace d'un plan vertical mené par l'axe de l'arbre tournant. Le poids qui, placé dans l'autre plateau, rendait le fléau hori-

zontal, est évidemment égal à la charge constante occasionée par le poids du frein.

Pour une force donnée de la machine, plus le rayon de l'arbre tournant sera petit, plus la pression des boulons devra être considérable; mais comme au delà de certaines limites on court risque d'altérer par une pression trop grande la surface et la solidité des corps pressés, il faudra, s'il est nécessaire, adapter à l'arbre un manchon, qu'on tournera sur place. En général, on pourra mesurer :

Une force de 6 à 8 chevaux-vapeur, (*Voir la note, page* 103) sur un arbre de $0^m,16$ de diamètre, à la vitesse de 20 à 30 tours par 1 minute;

Une force de 15 à 25 chevaux sur un arbre de $0^m,30$ à $0^m,40$, à la vitesse de 15 à 30 tours;

Une force de 40 à 60 chevaux sur un arbre de $0^m,80$, à la vitesse de 15 à 30 tours.

Une seconde condition, pour que les indications du frein soient exactes, est l'horizontalité de la pièce *ab*, à laquelle est suspendue la charge *p*. On peut arrêter cette pièce dans ses écarts par des cordes attachées à des points fixes, ou mieux, disposer des chantiers, sur lesquels le petit ou le grand bout du frein viennent s'appliquer, dès qu'il cesse d'être horizontal.

Enfin nous rappellerons, avant d'entrer dans le détail des expériences, qu'il faut avoir bien soin d'attendre le moment où la machine aura pris un mouvement uniforme; car alors seulement le travail résistant représente le travail fourni par le moteur.

1°. Manéges.

Expériences sur les manéges de la fonderie de Strasbourg.

Ces manéges se composent d'un arbre vertical avec des barres horizontales auxquelles les chevaux sont attelés par des palonniers. Ils portent un grand rond horizontal en bois. Ce rond mène une lanterne placée de champ, dont l'arbre s'accouple, au moyen d'un manchon, avec la bouche à feu qu'il doit entraîner dans son mouvement. Pour les expériences on avait fait monter sur le banc une masselote du poids de 1295 kil., reposant d'un côté sur une lunette, et dont l'autre extrémité était liée par un manchon à l'arbre de la lanterne. Une portion de la masselote avait été tournée avec soin pour recevoir le frein, qui se composait ici d'une seule poutrelle de sapin, garnie d'un coussinet en chêne, doublé de tôle. Une bande de tôle forte enveloppait la masselote par-dessous, et, s'accrochant par ses deux extrémités aux boulons qui traversaient la poutrelle, remplaçait en cette occasion la partie *cd* (*fig.* 4).

Les chevaux étaient bons, dans un état moyen d'âge et de santé ; ils travaillaient pendant tout le temps d'une reprise de 3 heures. Mais pour pouvoir conclure des expériences le travail d'un cheval dans un manége, il aurait fallu pouvoir les prolonger pendant plusieurs mois, afin de s'assurer si ces animaux ne fatiguaient pas trop. On ne peut donc donner ici que quelques conclusions utiles sur la limite supérieure du travail qu'il est permis d'en attendre.

La vitesse que le crochet du frein tendait à prendre se déduisait, au moyen de sa distance à l'axe, du nombre de tours de la masselote obser-

vé directement à l'aide d'une montre à secondes mortes. Le travail consommé par le frein était le produit de cette vitesse par la charge totale du frein : c'est ce que nous appelerons souvent travail disponible.

Après avoir estimé la quantité totale du travail résistant dont le travail du frein n'est qu'une portion, comme ce travail total représente celui fourni par les chevaux, on l'a divisé par le nombre de chevaux; ce qui a donné pour chacun d'eux le travail à la vitesse observée. Afin de ramener les quantités à un même point de comparaison, on a supposé que les efforts étaient en raison inverse des vitesses; ce qui est généralement admis entre certaines limites, et ce qui peut l'être d'autant plus ici, que les vitesses observées s'écartent fort peu de celle de 1 mètre prise pour terme de comparaison.

Le travail résistant était produit par le frein, par le frottement de la masselotte et de la lanterne sur leurs appuis, par le frottement entre les dents du rouet et les fuseaux de la lanterne, par le frottement de l'arbre du rouet sur ses appuis.

Voici d'ailleurs la marche suivie par l'auteur pour tenir compte des résistances actives et passives et arriver à une expression simple de l'effort total exercé par les chevaux. Soient :

F la charge totale du frein;
Q le poids de la masselotte;
L la distance horizontale entre l'axe de la masselotte et le crochet du frein;
$\rho_{\prime}$ la moyenne arithmétique entre le rayon de la portée de la masselotte et celui du tourillon de l'arbre de la lanterne;

$f_1 = \frac{f}{\sqrt{1+f^2}}$, f étant le rapport du frottement à la pression pour un axe de fer sur un coussinet de cuivre;

q le poids de la lanterne et de son arbre;

P'' l'effort transmis à la circonférence primitive de la lanterne;

R'' le rayon de cette circonférence;

ρ'' le rayon des tourillons de l'arbre de la lanterne;

la pression sur la portée moyenne de la masselotte sera

$$Q + F,$$

et le frottement qui en résultera à la circonférence sera

$$f_1(Q + F).$$

Sur les tourillons de la lanterne la pression est la résultante du poids q de l'arbre et de la lanterne, et de l'effort horizontal P'' transmis par le rouet à la lanterne. Cette résultante a pour expression

$$\sqrt{q^2 + P''^2},$$

ou, d'après un théorème de M. Poncelet,

$$0{,}96\, q + 0{,}4\, P'',$$

attendu qu'ici q est toujours plus grand que P''. Le frottement sera donc

$$f_1\,(0{,}96\, q + 0{,}4\, P'').$$

Comme il doit y avoir égalité entre le travail transmis par la puissance P'', et celui qui est consommé par les résistances, on a

$$P''R'' = FL + f_1\rho'(Q + F) + f_1\rho''(0{,}96\, q + 0{,}4\, P'').$$

Or, on avait

$$L = 3^m;\quad f_1 = 0,12;\quad \rho' = 0^m,123;\quad Q = 1295^k;$$
$$\rho'' = 0^m,06;\quad q = 1051^k;\quad R'' = 0^m,589;$$

donc

$$P'' = 5,141\,F + 44^k,89.$$

Considéré comme résistance, l'effort P″ réagit sur les dents du rouet, et produit entre elles et les fuseaux de la lanterne un frottement moyen qui, rapporté à la circonférence primitive, est, d'après M. Poncelet,

$$f'P''\pi\frac{m+m'}{mm'},$$

en désignant par

$f' = 0,06$ le rapport du frottement à la pression des dents et des fuseaux en charme, enduits de suif;
$m = 30$ le nombre des fuseaux de la lanterne;
$m' = 80$ celui des dents du rouet.

L'effort qui doit être transmis à la circonférence du rouet, pour vaincre P″ et le frottement de l'engrenage, est

$$P' = P''\left(1 + f'\pi\frac{m+m'}{mm'}\right) = P'' \times 1,0086,$$

ou, en remplaçant P″ par sa valeur,

$$P' = 5,185\,F + 45^k,276.$$

Si nous considérons ce qui se passe autour de l'arbre du manége, le travail dépensé par le moteur devra être égal au travail consommé par P′ et par les frottemens sur les appuis de l'arbre. Soient donc

R' le rayon primitif du rouet;
M le poids du rouet, de son arbre, des bras et des ferrures;
ρ_1 le rayon de son pivot;

ρ la moyenne arithmétique entre le pivot et le tourillon supérieur :

le frottement sur le pivot dû à la pression M sera

$$\frac{2}{3}f'\rho_{,}M \text{ (suivant M. Poncelet).}$$

Quant aux pressions latérales exercées par les chevaux sur les tourillons de l'arbre, elles se détruisent quand le nombre des chevaux est pair et qu'ils sont attelés deux à deux aux extrémités d'un même diamètre ; si le nombre des chevaux est impair, il y en a un dont la traction produit un surcroît de frottement ; mais on fait voir qu'on peut le négliger.

Ainsi, en appelant :

P la somme des efforts de traction des chevaux ;

R le bras de levier de ces efforts, ou la perpendiculaire abaissée du centre de rotation sur la corde que les chevaux sous-tendent en tirant dans la circonférence décrite par le crochet d'attelage ;

l'on aura

$$PR = P'R' + \frac{2}{3}f'\rho_{,}M + f_{,}P'\rho.$$

Pour le manége n°. 1, on a :

$R' = 1^{m},617$; $f_{,} = 0,12$; $\rho = 0^{m},04$; $f = 0,12$;
$\rho_{,} = 0^{m},02$; $M = 3698^{k}$; $R = 2^{m},568$.

Pour le manége n°. 2, on a :

$$R = 3^{m},036.$$

Pour le manège n°. 3, on a :

$$R = 3^{m},009.$$

Donc :

N°. 1. $P = 0,632\,P'' + 2^{k},32 = 3,273\,F + 30^{k},32.$
N°. 2. $P = 0,538\,P'' + 1^{k},94 = 2,766\,F + 26^{k},07.$
F°. 3. $P = 0,543\,P'' + 1^{k},98 = 2,793\,F + 26^{k},30.$

En substituant les valeurs variables de F on a eu l'effort total de traction.

Numéros des expériences.	Charge de frein. Constante.	Variable.	Totale.	Vitesse que prendrait le crochet du frein en 1''.	Travail disponible mesuré par le frein.	Effort total des chevaux.	Vitesse du p. d'applic. de l'effort total des chevaux.	Quantité de travail dépensée par les chevaux en 1''.	Quant. de travail consommée par les frottemens en 1''.	Quantité de travail fournie par un cheval en 1''. A la vitesse observée.	A la vitesse de 1 m. en 1''.	Rapp. de la quant. de trav. consom. par les frott. au trav. disponible.
	k.	k.	k.	m.	k. m.	k.	m.	k. m.	k. m.	k. m	k. m.	
MANÉGE N°. 1.												
2 CHEVAUX.												
1	20	5	25	3,485	87,4	112,6	1,12	126,0	38,6	63,0	70,5	
2	20	10	30	3,335	100,5	129,0	1,07	138,0	37,5	69,0	73,8	
3	20	15	35	3,320	117,2	145,3	1,08	156,9	39,7	78,4	84,7	
4	20	20	40	3,700	148,0	161,7	1,16	192,4	44,4	96,2	114,4	
3 CHEVAUX.												
5	20	30	50	3,384	168,8	194,5	1,08	210	41,2	70	75,6	
6	20	35	55	3,087	169,7	210,8	0,98	206,5	36,8	68,5	67,1	
7	20	40	60	3,105	186,1	227,2	0,99	226,9	40,8	75,6	74,8	
8	20	45	65	3,070	199,4	243,5	0,98	218,6	39,2	72,8	71,3	
9	20	50	70	3,122	218,3	259,6	1,00	259,9	41,6	86,6	86,6	
4 CHEVAUX.												
10	20	40	60	2,912	174	227,2	0,93	211,3	37,3	52,8	49,1	0,21
11	20	45	65	2,931	190	243,5	0,94	228,9	38,9	57,2	53,7	0,20
12	20	50	70	2,987	209	259,9	0,96	249,5	40,5	61,3	59,9	0,19
13	20	55	75	2,876	215	276,3	0,92	254,2	39,2	63,5	58,4	0,18
14	20	60	80	3,114	249	292,6	1,00	292,6	43,6	73,1	73,1	0,18
15	20	65	85	3,338	283	309,0	1,07	330,6	47,6	81,8	88,6	0,17
16	20	70	90	3,195	287	325,4	1,02	331,9	44,9	82,6	84,5	0,16

MANÉGE No. 2.													
2 CHEVAUX.													
1	20	30	50	2,693	134.6	164.4	1,02	167,7	33.1	83,8	85,5	0,25	
2	20	25	45	2,836	127,6	150,5	1,07	161,0	33,4	80,5	86.1	0,26	
3	20	20	40	2,742	109.6	136,7	1,04	142,1	32,5	71,0	73.8	0,29	
4	20	15	35	3,302	109	122,8	1,25	153	44.5	76,7	95,8	0,40	
3 CHEVAUX.													
5	20	55	75	2,404	180	233,5	0,91	212,5	32,5	70,8	64.4	0,18	
6	20	50	70	2,631	184	219,7	0,99	217,5	33,5	72,5	71.7	0,18	
7	20	45	65	2,423	157	205,8	0,92	189.3	32,3	63,1	58	0,20	
8	20	40	60	2,507	150	192	0,95	182,4	32,4	60,8	57,7	0,21	
4 CHEVAUX.													
9	20	60	80	2,370	189,6	247,3	0,90	222,6	33,0	55,6	50	0,17	
10	20	65	85	2,544	216	261,2	0,96	250,7	34,7	62,7	60,2	0,16	
11	20	70	90	2,519	226,7	275	0,95	261,2	34,5	65.3	62,0	0,15	
12	20	75	95	2,468	234,8	288,8	0,94	271,5	36,7	67,9	63.8	0,16	
13	20	75	95	2,608	247,6	288,8	0,99	285,9	38,3	71,4	70,8	0,15	
14	20	80	100	2,045	204,5	302.6	0,77	233	28,3	58,2	44.8	0,14	
15	20	85	105	2,727	286,3	316,5	0.98	310,2	33,9	77.8	76,2		
16	20	90	110	2.633	289,6	330,3	1,	330,1	40,5	82,0	82	0,14	
17	20	85	105	2,419	254	316,5	0,92	291,2	37,2	72,5	66,7	0,15	
18	20	90	110	2,300	253	330,3	0,87	287,4	34,4	71,8	61,5	0,13	
19	20	95	115	2,260	260	344,1	0,86	295,9	35,9	73,9	63,5	0,14	
MANÉGE No. 3.													
3 CHEVAUX.													
1	20	80	100	2,625	262,5	305,6	0.99	302,5	40,	100.8	99,8		
2	20	75	95	2,557	243	291,6	0,96	279,9	36,9	93.3	89,5		
3	20	70	90	2,619	235,7	277,6	0,98	272	36,3	90,6	88,7		
4 CHEVAUX.													
4	20	80	100	2,557	255,7	305,6	0,96	293,3	37,6	73,3	70,3		
5	20	85	105	2,633	276	319,5	0,99	316,3	40,3	79	78,2		
6	20	90	110	2,676	294	333,5	1	333,5	39,5	83,3	83,3		

Dans toutes les expériences on avait soin de ne pas surmener les chevaux. On se bornait à les appeler de la voix pour les tenir à une marche régulière. Les vitesses du point d'application de l'effort des chevaux variaient comme le montre le tableau entre $0^m,90$ et 1^m. A la vitesse de 1^m les chevaux fatiguaient trop. Dans les efforts modérés, au contraire, la vitesse tendait à se rapprocher de $0^m,90$ par seconde, et même à tomber au-dessous. La vitesse de $0^m,90$ conviendrait donc le mieux à une allure franche et naturelle. C'est en effet celle qui est généralement admise.

Après une reprise de 3 heures de travail, les chevaux étaient encore en sueur et fatigués, lorsque les charges nécessitaient des tractions de 60^k à la vitesse de $0^m,90$, quoiqu'ils aient pu accidentellement en fournir, comme on le voit, de beaucoup plus grandes.

Si on remarque que, dans les expériences avec 3 et 4 chevaux, la quantité de travail consommée par les frottemens est assez ordinairement $\frac{1}{6}$ ou $\frac{1}{7}$ de celle qui est fournie par le moteur, on voit que le plus grand travail, qu'on puisse demander pendant quelque temps à un cheval, n'est que de

$$60^{k.m} \times 0,90 = 54^{k.m.} \text{ par seconde ;}$$

et que l'effet utile n'est que de

$$45^{k.m.}.$$

Ce résultat est une limite supérieure et ne pourrait être obtenu avec continuité sans une trop grande fatigue. Généralement on ne peut exiger des chevaux, sans risquer de les ruiner promptement, un travail continu pour quelques relais de plus de

$$50^{k.m.} \text{ par seconde.}$$

Le maximun de 50 n'est atteint que dans un petit nombre d'opérations, comme le forage des pièces, mais habituellement la quantité d'action dépensée par les chevaux n'excède pas

40 à $45^{k.m.}$ pour 6 heures de travail journalier.

Ce résultat est un peu au-dessous de celui qu'indique M. Navier. Il estime qu'un cheval, en travaillant 8 heures par jour, peut fournir $40^{k.m}$ par seconde.

Par suite des pertes en frottemens, il faudra compter sur 2 chevaux de manége pour obtenir une quantité de travail disponible de $75^{k.m}$, admise pour la force d'un cheval-vapeur (*).

II. MACHINES A VAPEUR.

Expériences sur la machine à vapeur de la fonderie de Douai.

Le moteur de cette fonderie est une machine à moyenne pression, avec détente et condensation, du système de Wolf, modifié par Edwards, dont en France elle a pris le nom. Elle a été vendue pour la force nominative de 12 chevaux-vapeur disponible hors de la chambre de la machine, avec une consommation moyenne de 3^{k} de houille par force de cheval, et par heure. Les expériences ont eu pour but principal de trouver la quantité de travail que pouvait transmettre à l'atelier de la forerie

(*) On est assez généralement d'accord sur cette valeur. Toutefois les bons fabricans anglais livrent leurs machines à vapeur à raison de $76^{k.m.}$ par force de cheval, dans le cas où elles ne seraient pas entretenues avec tout le soin possible.

la roue d'engrenage située à l'extérieur de la chambre de la machine pour différentes pressions dans la chaudière et de déterminer en même temps la consommation de combustible.

Pour comparer l'effet utile réel de cette machine à l'effet théorique, on a employé la formule donnée par M. Poncelet pour les machines à détente avec condensation. Si l'on considère un cylindre dans lequel on a introduit de la vapeur pendant une partie de la course du piston, en la laissant ensuite se détendre pendant le reste de la course, et qu'on appelle :

s la surface du piston en centimètres carrés;
l la longueur exprimée en mètres de la partie de la course pendant laquelle la vapeur arrive sur le piston ;
p la tension de la production de la vapeur dans la chaudière ;
$p_{,}$ celle de la vapeur à l'instant où, le piston ayant fourni toute sa course, on cesse la détente ;
p' la tension de la vapeur dans le condenseur ;
p, $p_{,}$ et p' étant des pressions en kilogr. sur un centim. carré ;

la formule qui donne la quantité d'action développée par la vapeur pendant une course de piston, est

$$slp\left(1 + \log.\frac{p}{p_{,}} - \frac{p'}{p_{,}}\right)^{\text{k.m.}},$$

dans laquelle $\log \frac{p}{p_{,}}$ est un logarithme népérien.

Cette expression s'applique à tous les systèmes de machines à vapeur, avec ou sans détente, à un ou plusieurs cylindres.

La formule suppose trois choses :

1°. Que la vapeur en se détendant ne se refroidit pas et qu'il n'y a pas condensation ;

2°. Que la vapeur introduite dans le petit cylindre a une tension constante et égale à celle de la production de la chaudière ;

3°. Que cette vapeur est admise pendant toute la course du petit piston dans son cylindre.

On admet généralement que la chemise qui enveloppe les cylindres, et dans laquelle circule la vapeur avant d'arriver au piston, suffit pour que la première condition soit satisfaite.

Examinons la deuxième condition, abstraction faite de la troisième, et cherchons ce qui se passe dans un cylindre où la vapeur arrive par un orifice d'une ouverture constante. Soit p'' la tension de la vapeur dans le cylindre à un instant quelconque, où il y afflue sans cesse de nouvelle vapeur à la pression p de la production. M. Poncelet est arrivé à l'expression :

$$V^2 = 2g\left(\frac{p-p''}{\delta}\right) - 2\frac{\pi L}{\Omega} b U^2.$$

Ici p et p'' représentent des pressions sur un mètre carré exprimées en kilogr.;

δ la densité du fluide;

π la circonférence intérieure du tuyau qui amène le fluide ;

Ω la surface de la section de ce tuyau ;

L la longueur du tuyau;

b un coefficient numérique constant;

U la vitesse du fluide dans le tuyau de conduite;

V la vitesse d'écoulement.

Si D est le diamètre du tuyau de conduite, a la surface de l'orifice et m le coefficient de contraction, à cause de $maV = U\Omega$, la formule devient:

$$V^2 = 2g\left(\frac{p-p''}{\delta}\right) - \frac{8\,L\,b\,m^2\,a^2 \times 16}{(3{,}1415)^2\,D^5}V^2;$$

d'où :

$$V = \sqrt{\frac{2g\,(p-p'')}{\delta\left(1 + 0{,}0771\,\frac{L\,b\,m^2\,a^2}{D^5}\right)}};$$

ou :

$$V = A\sqrt{p-p''},$$

en posant :

$$A = \sqrt{\frac{2g}{\delta\left(1 + 0{,}0771\,\frac{L\,b\,m^2\,a^2}{D^5}\right)}}.$$

La dépense de fluide à la pression p dans un temps dt sera donc représentée par

$$A\,m\,a\sqrt{p-p''}\,dt.$$

Si, à l'instant que nous considérons, le piston est à une distance x de sa position supérieure, s étant sa surface en centim. carrés, le volume de la vapeur en mètres cubes sera

$$\frac{s\,x}{(100)^2},$$

et dans le temps dt ce volume s'accroîtra de

$$\frac{s}{(100)^2}\,dx.$$

Il y avait déjà un volume $\frac{s\,x}{(100)^2}$ de vapeur à la pression variable p'', lequel revient à un vo-

lume $\frac{sx}{(100)^2}\frac{p''}{p}$ à la pression p, de sorte qu'au bout du temps $t+dt$ on aura à la pression p un volume de vapeur égal à

$$\frac{sx}{(100)^2}\frac{p''}{p}+\Lambda ma\sqrt{p-p''}\,dt$$

se répandant dans l'espace

$$\frac{s}{(100)^2}(x+dx).$$

La pression devenant $p''+dp''$ on aura

$$\left(\frac{sx}{(100)^2}\frac{p''}{p}+\Lambda ma\sqrt{p-p''}\,dt\right):\frac{s}{(100)^2}(x+dx)::p''+dp'':p;$$

d'où l'on tire l'équation différentielle

$$[\mathrm{A}]\qquad \frac{s}{(100)^2}(p''dx+xdp'')=\Lambda map\sqrt{p-p''}\,dt.$$

Or x est une fonction de t donnée par le mouvement de la manivelle : car, $\frac{\omega}{2}$ étant la vitesse angulaire du volant et R le rayon de la manivelle, on aura à chaque instant

$$x=\mathrm{R}\left(1-\cos.\frac{\omega}{2}t\right)$$

On pourrait donc ramener l'équation ci-dessus à une équation différentielle entre p'' et t. Mais elle présente des difficultés à l'intégration. C'est pour les éviter que nous ferons les hypothèses suivantes.

Nous partagerons le temps de l'admission de la vapeur en trois périodes. Pendant la première les tiroirs ou robinets de distribution s'ouvrent progressivement; dans la deuxième ils restent to-

talement ouverts; enfin, dans la troisième, ils se ferment progressivement.

La deuxième période correspond à la partie de la course du piston, où son mouvement s'approche le plus d'être uniforme, et s'il l'était rigoureusement, l'orifice découvert étant constant, le volume de vapeur affluente $A m a \sqrt{p-p''}\,dt$ se logerait dans l'espace $\frac{s}{(100)^2}\,dx$ engendré par le piston et la pression p'' resterait constante. C'est ce que nous pouvons supposer avoir lieu, mais seulement pour cette période. Alors on aura $dp''=0$. L'équation s'intégrera facilement et donnera

$$\frac{\sqrt{p-p''}}{p''}\,t=\frac{s\,x}{(100)^2 A\,m\,a\,p}+C$$

Prise entre les limites $t=0$ et $t=t_1$ le temps d'une oscillation, cette expression devient, l étant la longueur de course du piston,

$$\frac{\sqrt{p-p''}}{p''}\,t_1=\frac{s\,l}{(100)^2 A\,m\,a\,p};$$

d'où l'on tire, en faisant

$$B=\left(\frac{(100)^2 A\,m\,a\,p\,t_1}{s\,l}\right)^2,$$

$$p''=-\frac{B}{2}+\sqrt{\frac{B^2}{4}+Bp}.$$

Telle serait la pression moyenne si la vapeur arrivait pendant toute la course du piston par un orifice égal en surface à celui du robinet d'admission.

Veut-on un exemple de l'application de cette

formule, nous choisirons la cinquième des expériences rapportées dans le tableau.

$$p = 3^{\text{atm}},05 = 31534^{\text{k.}} \text{ par mètre carré.}$$

La température C correspondante est de 136°; donc :

$$\delta = \Delta\left(\frac{1 + 0,00375\,C\;p}{1 + 0,00375\,C\,P}\right) = 1,6332$$

en faisant

$$\Delta = 0^{\text{k}},5882\;;\; C = 100°\;;\; P = 1^{\text{atm.}} = 10339^{\text{k}}.$$

On a alors

$$A = \sqrt{\frac{2g}{\delta}} = 3,466$$

en négligeant le terme b, parce que la longueur L du tuyau n'étant ordinairement que de quelques mètres, le terme b qui provient du frottement a une valeur très-petite. De plus on a

$$a = 0^{\text{m.c}},000306;\; \frac{s}{(100)^2} = 0^{\text{m.c}},60801\;;\; \frac{l_{\prime}}{l} = 1,145;\; m = 0,93;$$

On en déduit

$$B = 262239,$$

et par suite

$$p'' = 2^{\text{k}},8447 \text{ par centim. carré.}$$
$$= 28447^{\text{k}} \text{ par mètre carré.}$$

Ainsi, en supposant que la vapeur arrivât pendant toute la course l du piston, par un orifice de surface égale à celle du robinet d'admission, la pression moyenne dans le petit cylindre serait égale à 0,9021 de celle qui a lieu dans la chaudière. Mais la troisième condition, sur laquelle est fondée l'équation de la machine à vapeur, mo-

difie beaucoup ce résultat, comme nous allons le voir.

Elle consiste en ce qu'on a admis que la vapeur était introduite dans le petit cylindre pendant toute la course du petit piston, ce qui est vrai pour certaines machines; mais, dans celle dont il s'agit ici, cette introduction est déterminée par le mouvement d'une boîte glissante ou d'un tiroir qui s'abaisse progressivement, pendant $\frac{2}{6}$ de la course du piston, pour démasquer un orifice, reste stationnaire pendant un autre $\frac{1}{6}$, remonte pendant $\frac{2}{6}$ pour fermer le premier orifice et en ouvrir un autre, puis reste encore stationnaire pendant le dernier $\frac{1}{6}$. Ce mouvement est produit par la pièce qu'on nomme excentrique et que nous allons décrire : *ao* étant la course totale (*fig.* 5), que l'on veut faire parcourir deux fois, l'une en descendant, l'autre en remontant, aux boîtes à vapeur, pour une descente ou une montée du piston, on forme le triangle curviligne équilatéral *aoc*, dont chacun des arcs est $\frac{1}{6}$ de la circonférence décrite avec *ao* comme rayon. Si on conçoit que le triangle placé en relief sur un plateau accomplisse une révolution entière autour du point *o*, pendant une descente du piston, et qu'il soit introduit entre le rectangle *mnpq*, on voit qu'on obtiendra l'effet décrit ci-dessus.

La vitesse du plateau devant être évidemment double de celle du volant, puisque pour un tour du volant le piston monte et descend, elle sera représentée par $2\frac{\omega}{2}$ ou ω.

Si on suit attentivement le mouvement de l'excentrique, on voit que depuis o jusqu'à $\frac{1}{6}$ de la révolution du plateau, le rectangle descend

de $\frac{1}{2}r$, r étant égal à ao, que depuis $\frac{1}{6}$ jusqu'à $\frac{2}{6}$ r descend encore de $\frac{1}{2}r$, et qu'ainsi à trois positions du rectangle sa descente a été la même que si son mouvement eût été uniforme. Depuis $\frac{2}{6}$ jusqu'à $\frac{3}{6}$ le rectangle ne change pas de place. De $\frac{3}{6}$ à $\frac{5}{6}$ les tiroirs remontent de r, puis ils restent stationnaires pendant le dernier $\frac{1}{6}$ de la révolution du plateau.

Nous avons désigné par a la surface de l'orifice du robinet d'admission de la vapeur, et il est clair que, dès l'instant où les tiroirs auront démasqué une ouverture égale en surface à a, l'écoulement de la vapeur se fera de la même manière que quand l'ouverture du tiroir sera découverte en entier. Ce n'est d'ailleurs qu'à partir de cet instant jusqu'à celui où le tiroir, dans son mouvement rétrograde, commencera à couvrir un orifice moindre que a, que l'on pourra regarder p'' comme constant, puisque pendant ce temps-là seul la vapeur arrivera en plein sur le piston. Or, si e est la largeur constante du passage du tiroir, comme pendant le premier $\frac{1}{6}$ de la révolution du plateau, la descente des tiroirs est donnée par la formule $h = r\,(1 - \cos.\omega t)$; la surface de l'orifice démasqué au bout du temps t sera $he = r\,(1 - \cos.\omega t)\,e$. Si l'on pose

$$r\,(1 - \cos.\omega\, t)\, e = a$$

d'où :

$$t = \frac{\text{arc cos.}\,\dfrac{re - a}{re}}{\omega},$$

t sera le temps après lequel l'orifice a sera entièrement démasqué. C'est ainsi qu'on trouve pour la cinquième expérience $t = 0'',0913$.

Il est d'ailleurs évident que, dans leur course rétrograde, les pistons emploîront le même temps à fermer tout-à-fait l'orifice à partir du mouvement où l'ouverture cesse d'être égale à a, et d'ailleurs comme l'orifice reste complétement ouvert pendant $\frac{1}{6}$ de la révolution du plateau qui, dans cette expérience, était de $1'',250$, le temps T pendant lequel l'introduction de la vapeur avait lieu par un orifice aussi grand que a et pendant lequel on avait la valeur constante de $p''=28447$, était donné par l'équation :

$$T=\frac{5}{6}\,1'',250-2\times 0'',0913=0'',8590.$$

On pourrait alors au moyen de la formule d'écoulement $A\,m\,a\sqrt{p-p''}$, avoir le volume de vapeur à la pression p introduit pendant le temps T. On l'aurait encore plus simplement de la manière suivante. Appelons l' cette portion de la course pendant laquelle la vapeur arrive en plein, après que le piston l'aura parcourue le cylindre aura reçu $\frac{l's}{(100)^2}$ à la pression p'', ou $\frac{l's}{(100)^2}\frac{p''}{p}$ à la pression p.

Et comme $l' : l :: 0'',8590 : 1'',250$,

d'où : $$l'=l\frac{0'',8590}{1'',250}=0,6872\,l,$$

on aura pour la dépense

$$\frac{s\,l}{(100)^2}\frac{p''}{p}\times 0,6872=\frac{s\,l}{(100)^2}\times 0,6197.$$

La valeur constante de p'', quoiqu'inadmissible au commencement et à la fin de la détente, faci-

lite beaucoup la détermination du volume de vapeur introduite dans le cylindre à ces premiers et derniers instans de sa course.

Nous avons vu qu'au commencement l'orifice variable démasqué est donné par la formule $r(1 - \cos. \omega t) e$ (page 111).

La vapeur introduite à la pression p dans un temps dt, au lieu d'être

$$\text{A}\, m a \sqrt{p - p''}\, dt \quad \text{(page 106)},$$

sera

$$\text{A}\, m e r (1 - \cos. \omega t) \sqrt{p - p''}\, dt,$$

et l'équation différentielle [A] deviendra :

$$\frac{s}{(100)^2}(p'' dx + x\, dp'') = \text{A}\, m e r (1 - \cos. \omega t)\, p \sqrt{p - p''}\, dt,$$

ce qui donne pour la dépense

$$\text{A}\, m e r (1 - \cos. \omega t) \sqrt{p - p''}\, dt = \frac{s}{(100)^2} \frac{d(p'' x)}{p},$$

et intégrant :

$$\text{A}\, m e r \int (1 - \cos. \omega t) \sqrt{p - p''}\, dt = \frac{s}{(100)^2} \frac{p'' x}{p} + \text{C},$$

et comme :

$$x = \text{R}\,(1 - \cos. \tfrac{1}{2}\, \omega t) \qquad \text{(page 107)}$$

$$[\text{B}]\ \text{A}\, m e r \int (1 - \cos. \omega t) \sqrt{p - p''}\, dt = \frac{s}{(100)^2} \frac{\text{R}\, p''}{p} (1 - \cos. \tfrac{1}{2} \omega t) + \text{C}$$

Bien que la loi qui lie p'' au temps ne nous soit pas donnée, puisque nous n'avons pas intégré l'équation différentielle qui l'exprime, on peut déterminer le volume de vapeur dépensé pendant les portions de la course du piston qui précèdent et suivent l'écoulement en plein, parce que pour

chaque limite de l'intégrale ci-dessus on peut déterminer les valeurs simultanées de p'' et de t.

En effet, à l'origine du mouvement, quand le piston descend, on a $t=0$; la dépense est nulle et par conséquent la constante $C=0$. A la deuxième limite $t=0'',0913$ (page 111), et p'' prend la valeur constante trouvée précédemment. On peut donc en transportant cette valeur dans le deuxième membre de [B] avoir la dépense depuis $t=0$ jusqu'à $t=0'',0913$.

Quant à la fermeture progressive, on a évidemment la même expression [B]; seulement les limites changent. La première, relative au commencement de la fermeture, est $T+0'',0913$, T étant le temps pendant lequel la vapeur arrive en plein (page 112). A cette limite correspond la valeur constante de p'', précédemment trouvée. La deuxième limite, où l'ouverture est tout-à-fait fermée, est aux $\frac{5}{6}$ du temps de la course du piston. Mais ici la valeur de p'' n'est pas donnée par l'état de la machine, et on est obligé de supposer que sa valeur est moyenne arithmétique entre la pression constante trouvée précédemment et celle qui aurait lieu si, à partir du temps où l'orifice commence à se fermer, l'introduction de la vapeur avait complétement cessé. Cette dernière pression sera facile à obtenir, puisqu'elle sera avec la précédente, relative à l'écoulement en plein, en raison inverse des volumes engendrés par le piston après chacune des limites en question.

On voit donc comment il est possible de déterminer le volume de vapeur introduite dans le cylindre à la pression p; d'abord depuis le moment où le tiroir commence à démasquer l'orifice,

jusqu'à celui où la surface de l'ouverture est égale à celle du robinet d'admission ; puis pendant tout le temps que l'orifice démasqué reste supérieur ou égal en surface à celui du robinet; enfin depuis l'instant où l'ouverture démasquée n'a plus en surface que celle du robinet, jusqu'à celui où elle est tout-à-fait fermée.

Tel serait en effet le volume de vapeur à la pression p introduite dans le petit cylindre de la machine de Douai, si les tiroirs commençaient à démasquer l'orifice d'introduction en même temps qu'ils commencent à descendre. Mais il n'en est pas tout-à-fait ainsi, parce que dans toutes les machines le tiroir porte un recouvrement qui dépasse au-dessus et au-dessous l'orifice d'une certaine quantité, ce qui exige que l'excentrique parcoure un petit arc avant que les tiroirs ne permettent l'entrée de la vapeur dans le cylindre, et retarde l'instant où l'ouverture démasquée est égale à celle du robinet d'admission; le volume de vapeur introduite dans le cylindre est donc encore diminué. Appellons f la hauteur du recouvrement, il est clair que le tiroir devra être descendu de la hauteur f avant d'avoir commencé à permettre l'écoulement de la vapeur. La longueur de l'orifice étant e, cela revient à lui faire décrire une surface fe, de sorte que l'écoulement n'aura lieu en plein que quand on aura

$$r(1-\cos.\omega t)\,e = a + fe,$$

et non pas :

$$r(1-\cos.\omega t)\,e = a, \text{ comme page 111.}$$

Ce calcul s'achèverait du reste d'une manière semblable à celle qui a été indiquée pour le cas où il n'y avait pas de recouvrement; on arrive pour

la dépense de la vapeur à une expression analogue. En mettant dans chacune d'elles les données particulières à la machine qui nous occupe, on a trouvé pour la dépense sans le recouvrement $\frac{sl}{(100)}, \times 0,6541$, tandis qu'avec le recouvrement on n'a obtenu que $\frac{sl}{(100)}, \times 0,5945$, résultat qui montre bien le vice de ces recouvremens.

On voit par les résultats obtenus que dans cette machine le volume de vapeur à la pression p n'est que 0,5945 de celui du cylindre. Il s'ensuit que la pression moyenne prise pour toute la course n'est que 0,5945 p, ce qui n'est pas un défaut de la machine mais un résultat cherché.

Dans la formule générale des machines à vapeur donnée au commencement de cet article, il faudra donc, pour l'appliquer aux machines d'Edwards comme celle de Douai, remplacer p par 0,5945 p. Comme cette machine est analogue à celle du Gros-Caillou (Paris), dans laquelle M. Prony a admis 0,50 p nous adopterons la même réduction, ce qui donnera pour la formule :

$$slp\left(1+\log.\frac{0,50\,p}{p_{,}}-\frac{p'}{p_{,}}\right)^{\text{k. m.}}$$

En remarquant que le volume V en mètres cubes du petit cylindre est égal à $\frac{s\,l}{(100)}$ et que $\frac{0,50p}{p_{,}}=\frac{V_{,}}{V}$, $V_{,}$ étant le volume du grand cylindre condenseur, elle prend la forme :

$$5000\,V\,p\left(1+\log.\frac{V_{,}}{V}-\frac{2\,V_{,}p'}{V\,p}\right)^{\text{k. m.}}$$

Telle est la quantité de travail développée dans une course des pistons. Pour obtenir celle qui est relative à la seconde, n étant le nombre des révolutions du volant dans une minute, $\frac{2n}{60}$ sera le nombre des coups de pistons en 1″, et la quantité de travail en 1″ sera

$$\frac{500}{3} n V p \left(1 + \log. \frac{V_{\prime}}{V} - \frac{2 V_{\prime} p'}{V p}\right)^{\text{k m.}}$$

En mettant les valeurs partielles fournies par la machine et changeant le logar. népérien en logar. tabulaire, la formule s'est réduite à

$$n\,(28{,}86\,p - 92{,}45\,p')^{\text{k. m.}}$$

C'est elle qui a servi à calculer la quantité de travail théorique transmise par seconde à la machine.

Pour obtenir la pression dans la chaudière on a fait ajuster sur une des soupapes de sûreté un thermomètre centigrade dont la boule plongeait dans la vapeur, moyen suffisamment exact dans le cas d'une machine à vapeur de moyenne pression où l'on ne dépasse guère trois atmosphères. Plusieurs observations ont fait voir que le manomètre de la chambre de la machine retardait de $1^{\text{atm}},366$ sous la pression réelle qui avait lieu dans chaudière, ce qui s'accorde avec l'usage des constructeurs.

Le diamètre du grand arbre de couche étant trop petit, on monta sur cet arbre deux freins à peu de distance l'un de l'autre, et dans les expériences où le moteur développait une quantité d'action qu'un seul n'aurait pu mesurer, on les employait simultanément.

La machine communique le mouvement à un grand arbre de couche qui porte des roues d'angle de renvoi dont chacune engrène avec des pignons conducteurs des pièces. On peut désengrener à volonté ces pignons, mais l'arbre de couche marche toujours, et comme les freins étaient placés sur cet arbre, le frottement produit sur les tourillons et entre la roue d'angle qui lui transmettait le mouvement, consommait une certaine quantité de travail. On a trouvé que la résistance occasionée par les frottemens équivalait à un accroissement constant de la charge du premier frein, égal à $11^{k},50$.

La température et par suite la pression dans le condenseur était donnée par un thermomètre.

L'effet utile total était obtenu en ajoutant à la quantité de travail disponible donné par le frein celle qui était consommée par les frottemens, et qui était égale à la surcharge constante de $11^{k},50$ multipliée par la vitesse du crochet du premier frein.

Comme on se proposa d'apprécier le moteur lui-même quand il travaillait, soit avec une ouverture totale, soit avec une ouverture plus petite, on le détacha du régulateur à force centrifuge pour être sûr d'avoir une ouverture constante.

On va voir par le tableau suivant qu'il règne un accord assez satisfaisant dans les résultats des expériences relatives aux ouvertures totales du robinet d'admission et que malgré les variations de la vitesse l'effet utile total s'écarte fort peu de 0,33 de l'effet théorique.

Il n'en est pas de même, à beaucoup près, dans les expériences relatives à une ouverture du

robinet d'admission, qui était de $0^m,000184$: ce qui tient à ce que la formule, telle que nous l'avons modifiée, ne convient pas à ces dernières expériences.

On n'a pas obtenu la force nominative de 12 chevaux, pour laquelle la machine avait été vendue, avec une ouverture totale du robinet d'admission, tandis qu'on l'a obtenue avec une ouverture moindre. Cela tient à un défaut de proportion dans la chaudière qui n'a jamais pu fournir de la vapeur à trois atmosphères et demie en quantité suffisante pour faire marcher la machine avec une vitesse supérieure à 22 tours du volant, quelque bonne que fût la houille, et quelque attention qu'on apportât à la conduite du feu. Quand l'orifice était plus petit, la pression pouvait être soutenue à $3^{atm},64$, quoique la machine marchât plus vite, et l'on a obtenu dans ce cas la force de 12,9 chevaux-vapeur. Cela tient à ce que l'orifice de 0,000184 aurait suffi, abstraction faite du jeu des tiroirs, à la pression de 3,64, pour alimenter le petit cylindre sensiblement à la même pression et que, dans sa marche progressive, le tiroir a plutôt démasqué un orifice d'introduction égal à 0,000184; ce qui augmente la portion de la course pendant laquelle le piston peut être regardé comme recevant la vapeur en plein. On voit d'ailleurs qu'il suffisait de chauffer à la fois les deux chaudières pour obtenir facilement à $3^{atm},50$ une force de 50 chevaux et plus.

Expériences faites en novembre et décembre 1828

	FORCE ÉLASTIQUE DE LA VAPEUR — dans la chaudière, Réelle — en atmosphères.	en kil. sur 1 centimètre carré.	donnée par le manom. en livres par pouces carrés.	dans le condenseur, — en atmosphères.	en kil. sur 1 centim. carré.	Nombre de tours du volant en une minute.	Nombre de tours des arbres en une minute.	Effet théorique	Numéros des freins.
	atm.	kil.	livres.	atm.	kil.			k. m.	
						OUVERTURE DU ROBINET			
1	2,99	3,09	24,5	0,045	0,046	23,07	11,32	1957	1, 2
2	3,03	3,13	26,0	0,049	0,051	22,64	10,00	1938	1, 2
3	3,05	3,15	25,5	0,070	0,072	21,05	9,33	1775	1, 2
4	5,31	3,42	30,0	0,044	0,046	22,00	9,75	2076	1, 2
5	3,05	3,15	29,0	0,044	0,046	24,00	10,63	2079	1, 2
6	3,16	3,26	27,5	0,103	0,107	25,00	11,05	2107	1, 2
7	3,62	3,74	35,5	0.103	0,107	22,00	9,75	2157	1, 2
						OUVERTURE DU ROBINET			
1	3,64	3,76	36,0	0,046	0,047	25,00	11,05	2607	1, 2
2	3,58	3,70	35,0	0,046	0,047	24,00	10,63	2459	1, 2
3	3,58	3,70	35,0	0,046	0,047	22,00	9,75	2254	1, 2
4	3,13	3,23	27,0	0,040	0,041	22,50	9,97	2014	1, 2
5	3,19	3,29	28,0	0,052	0,054	25,00	11,08	2252	1
6	3,10	3,20	26,5	0,044	0,045	26,00	11,52	2296	1
7	2,94	3,04	23,5	0,040	0,051	23,00	10,19	1907	1
8	2,82	2,91	21,5	0,046	0,047	25,50	11,31	1986	1
9	2,79	2,88	20,0	0,037	0,038	22,20	9,84	1771	1, 2
10	2,73	2,82	20,0	0,043	0,044	26,00	11,56	2020	1
11	2,47	2,55	15,6	0,040	0,041	27,90	12,36	1948	1
12	2,47	2,55	15,6	0,043	0,044	24,50	10,85	1704	1, 2

sur la machine à vapeur de la fonderie de Douai.

CHARGE DES FREINS.			Vitesses que les crochets tendraient à prendre.	EFFET UTILE MESURÉ PAR LES FREINS, OU TRAVAIL DISPONIBLE		Travail consommé par les frottemens.	EFFET UTILE TOTAL, OU TRAVAIL TRANSMIS PAR LE MOTEUR		Rapport de l'effet utile total à l'effet théorique.
constante	variable.	totale.		par chaque frein.	par les deux freins.		en kil. m.	en chevaux.	
kil.	kil.	kil.	M.	k. m.	k. m.	k. m.	k. m.	chevaux	
D'ADMISSION = $0^{m.c.}$,000306.									
60,90	95	155,90	2,38	371	581	27	608	8,1	0,36
38,62	50	88,62	2,37	210					
60,90	95	155,90	2,11	330	568	24	592	7,9	0,31
38,62	75	88,62	2,10	338					
60,90	105	165,90	1,96	325	595	23	618	8,2	0,35
38,62	100	138,62	1,95	270					
53,06	100	150,06	2,47	378	640	28	668	8,9	0,32
32,18	75	107,18	2,45	262					
53,06	75	128,06	2,69	345	631	31	662	8,8	0,32
32,18	75	107,18	2,67	286					
53,06	75	128,06	2,80	358	655	32	687	9,2	0,33
32,18	75	107,18	2,77	297					
53,06	100	153,06	2,47	378	701	28	729	9,7	0,33
32,18	100	132,06	2,45	323					
D'ADMISSION = $0^{m.c.}$,000184.									
53,06	150	203,06	2,80	568	934	32	966	12,9	0,37
32,18	100	132,18	2,77	366					
53,06	75	128,06	2,69	345	631	31	662	8,8	0,27
32,18	75	107,18	2,67	286					
53,06	100	153,06	2,47	378	701	28	729	9,7	0,32
32,18	100	132,18	2,45	323					
53,06	75	128,06	2,52	323	591	29	620	8,2	0,30
32,18	75	107,18	2,50	268					
60,90	115	175,90	2,35	»	410	27	437	5,8	0,19
60,90	90	150,90	2,43	»	366	28	394	5,2	0,17
60,90	150	210,90	2,13	»	449	24	473	6,3	0,25
60,90	70	130,90	2,38	»	311	27	338	4,5	0,17
60,90	70	130,90	2,07	272	454	24	478	6,4	0,27
38,62	50	88,62	2,06	182					
60,90	50	110,90	2,44	»	270	28	298	4,0	0,14
38,62	25	63,62	2,58	»	164	30	194	2,6	0,10
60,90	»	60,90	2,28	139	284	26	310	4,0	0,18
38,62	25	63,62	2,27	145					

Restait à examiner le rapport de la quantité d'action transmise à la dépense en combustible. La première chose à faire était de chercher la quantité de vapeur produite par 1^k de houille. Avec le charbon de terre d'Aniche, en morceaux, sans poussière, on produisait de 5 à 6^k de vapeur par kil. de charbon brûlé, tandis qu'avec du charbon de frêne, donnant beaucoup de flamme, on obtenait de 7^k à $6^k,50$. Nous prendrons une moyenne de 7,50, résultat ordinaire avec du bon charbon.

Dans la cinquième expérience, avec ouverture totale du robinet, la pression de la vapeur était de $3^{atm},05$; ce qui donne $p=3^k,153$ par cent. carré, et ce qui correspond à une densité de $1^k,6332$ (poids du mètre cube). Le volume de vapeur introduite en 1″ était $\frac{n}{30}\frac{V}{2}$, puisque l'on peut considérer la vapeur comme n'arrivant que pendant une demi-course de piston. L'on en a déduit pour son poids $0^k,048996$, correspondant à un poids de combustible égal à $\frac{0^k,048996}{6,5}=0^k,00753$. L'effet utile ayant été trouvé égal à $662^{k.m.}$, on voit que cette machine fournit par kil. de charbon brûlé une quantité de travail égale à $\frac{662}{0,00753}=87915^{k.m.}$: ce qui revient à une consommation de 3^k par force de cheval et par heure.

Les autres expériences, même avec orifice en partie fermé, conduisaient au même résultat. Mais ce nombre doit être au-dessous de la consommation réelle, à cause des pertes de vapeur et du charbon nécessaire pour échauffer la chaudière à chaque reprise du travail; de plus, pour les expériences, on avait du charbon de choix sans poussière.

(*La suite au numéro prochain.*)

Sur la nature et la position géologique des marbres désignés sous le nom de CALCAIRES AMYGDALINS ;

Par M. DUFRÉNOY, Ingénieur des mines.

Le terrain de transition des Pyrénées présente dans beaucoup de localités des couches de calcaire mélangé de schiste argileux ; le mélange de ces deux substances est très-intime; le calcaire forme en général des nodules plus ou moins arrondis, enveloppés de schiste; cette disposition, qui communique à ces roches une structure entrelacée les a fait désigner, dans beaucoup d'ouvrages, sous le nom de *calcaire amygdalin*, à cause de la forme arrondie des noyaux calcaires qui rappellent la structure particulière des amygdaloïdes. La différence de couleur du schiste et du calcaire donne à ces roches, lorsqu'elles sont polies, un aspect très-agréable, et les fait rechercher comme marbres d'ornemens : les marbriers les désignent sous les noms de *marbre griotte d'Italie*, quand le schiste qui accompagne le calcaire est rougeâtre et de *marbre Campan* (1), lorsque ce schiste est verdâtre. *Planche II, fig. 1, 2, 3, 4, et 5*

(1) Ces calcaires sont désignés sous le nom de *marbre Campan*, parce que les principales exploitations qui fournissent ces marbres sont situées dans le haut de la vallée de Campan ; mais le calcaire qui forme les escarpemens de l'Adour depuis le village de Campan jusqu'à Bagnères-de-Bigorre, regardé jusqu'ici comme étant de transition, appartient au calcaire du Jura.

La texture du marbre Campan est due à des nautiles.

Un examen attentif de ces marbres m'a démontré que dans la plupart des cas, et peut-être même dans tous, ces amandes calcaires ne sont autre chose que des moules de nautiles. Ces moules ont servi de centre de cristallisation à la chaux carbonatée, et ont fait concentrer cette substance dans ces parties de la roche de la même manière que les alcyons, et plusieurs autres fossiles ont déterminé la formation de la plupart des silex de la craie. Dans quelques échantillons rares on voit assez distinctement la forme spirée des nautiles, et quelquefois même les cloisons qui leur sont particulières. Dans un grand nombre, la présence des nautiles est indiquée par la convexité de la cassure, ou par des taches arrondies dans lesquelles on observe des couches concentriques de diverses couleurs; mais dans la plupart des cas le marbre Campan n'offre plus aucune trace de fossiles, et rien ne rappellerait leur existence, si on ne pouvait suivre, par des dégradations presque insensibles, le passage des nodules présentant des formes positives d'êtres organisés avec des taches allongées et informes. Ces calcaires amygdalins, que l'on a associés pendant long-temps aux terrains anciens, sont donc aussi riches en fossiles que les calcaires secondaires; ils doivent leur structure particulière à l'abondance des nautiles autour desquels la chaux carbonatée est venue se déposer. Les couches de calcaire qui contiennent des fossiles discernables, sans être très-puissantes, ont rarement moins de quatre pieds d'épaisseur; dans plusieurs locacités elles en atteignent plus de dix, et se prolongent sur une étendue considérable, de telle sorte qu'il n'est presque point de vallées des Pyrénées, depuis celles des eaux chaudes jusqu'aux environs de Perpignan, où elles ne soient mises à nu. Plu-

sieurs couches, en outre, présentent des parties amygdalaires qui me paraissent devoir également leur origine à des fossiles dont la structure a été complétement effacée par l'action cristalline qui a été exercée sur le calcaire qui les compose.

La présence de cette quantité immense de nautiles dans les calcaires amygdalins nous prouve que, lors du dépôt de ces premiers terrains de sédiment, les animaux qui peuplaient alors les mers étaient aussi abondans qu'à toute autre époque de la formation des dépôts de sédiment. On doit en conclure aussi que les mollusques qui vivaient alors jouissaient d'une organisation aussi parfaite que ceux qui ont été depuis enfouis dans les différentes formations qui se sont succédées.

Abondance des fossiles dans le terrain de transition.

Si la perfection plus ou moins grande des êtres organisés pouvait, suivant la doctrine de quelques géologues, servir à faire apprécier l'âge relatif des couches de la surface du globe, il faudrait supposer que les terrains de sédiment antérieurs au dépôt des calcaires à nautiles des Pyrénées, se composent d'un nombre assez considérable de formations : En effet ces calcaires, que nous supposons contemporains des calcaires de Plymouth, regardés jusqu'ici comme les plus anciens des dépôts de sédiment, nous offrent cependant des preuves certaines d'un très-grand développement de vie animale douée déjà d'une organisation aussi parfaite que celle que nous observons de nos jours dans les mollusques céphalés.

Les fossiles sont généralement beaucoup plus visibles dans le marbre griotte que dans le marbre Campan. Il est peu de plaques de ce premier marbre dans lesquelles on n'observe quelques traces de la forme spirée des nautiles, et quelquefois même

de leurs cloisons. L'allongement que présentent ces corps organisés paraît entièrement dû aux conditions sous lesquelles le dépôt a eu lieu. Quant à la couleur rouge du marbre griotte, elle est probablement le résultat des mêmes causes qui ont agi sur le marbre Campan. Dans ce dernier, les fossiles sont très-rarement reconnaissables, ils sont presque toujours à l'état spathique, et le schiste argileux vert qui entre dans la composition de ce calcaire passe au schiste talqueux. Les circonstances de l'état spathique des fossiles, leur disparition presque complète, et la présence du talc, pourraient faire croire que le marbre Campan a éprouvé quelque altération qui aurait effacé en grande partie les moules de nautiles qui le composaient. Sa proximité des terrains anciens plus grande que celle du marbre griotte vient à l'appui de cette supposition; néanmoins il est peu de localités où le marbre Campan lui-même ne nous ait offert des traces de fossiles; en général ils ne sont reconnaissables que dans les plaques polies et dans les fragmens qui ont été long-temps exposés à l'action de l'air : la plupart des tables polies que nous avons vues dans les ateliers de Bagnères-de-Bigorre, lesquelles sont tirées soit des carrières de la vallée de Campan, soit de la carrière de marbre vert de Cierp, dans la vallée de la Garonne, étaient pétries de fossiles.

Environs de Prades.

La première localité où nous ayons fait l'observation de fossiles dans les marbres amygdalins est située près du village de Sirach, dans la vallée de Prades; outre les nautiles, qui forment encore dans cet endroit la base de ce marbre coquiller, on y trouve plusieurs autres fossiles qui appartiennent au terrain de transition.

Le terrain de transition de Prades ne forme qu'un bassin de très-peu d'étendue enveloppé de tous côtés par le granite. La ville de Prades elle-même est située sur le granite. Ce n'est qu'à une demi-lieue en marchant vers Mont-Louis que les roches schisteuses commencent à se montrer, et elles n'existent plus à Villefranche. Immédiatement au-dessus du granite (*pl.* II, *fig.* 2) reposent des couches de schiste argileux vert satiné, dans lequel on n'aperçoit aucunes paillettes de mica, caractère si fréquent dans les schistes argileux. Ce schiste vert contient quelques veinules feldspathiques et des amas de fer oligiste, de fer oxidé rouge et de fer spathique : quelques-uns de ces amas ont assez de puissance et sont exploités pour la forge de Ria, située à une lieue de Prades. La stratification régulière du schiste indique d'une manière certaine que cette roche appartient au terrain de transition, malgré les veinules feldspathiques qui la traversent, et la grande abondance des minéraux que nous venons de citer. Le schiste vert, dont l'épaisseur est très-petite, passe insensiblement, par un mélange de calcaire, à un marbre Campan : les nodules calcaires qui le composent sont très-cristallins; leur forme arrondie rappelle celle des nautiles, mais nous n'avons pu y découvrir aucune trace certaine d'organisation. A ce calcaire vert succède un calcaire à la fois esquilleux et légèrement grenu, traversé par des veinules plus ou moins nombreuses de schiste argileux verdâtre et rougeâtre. Ce calcaire forme la masse de la montagne qui s'élève au-dessus de Villefranche; il contient des couches plus ou moins épaisses de marbre composé de nodules calcaires et de schiste

Composition du terrain de transition.

argileux rougeâtre. Dans les cassures fraîches on n'aperçoit que très-rarement des traces d'organisation : seulement quelques surfaces courbes et recouvertes d'un enduit rougeâtre indiquent à un œil exercé les traces de moules de nautiles. Dans les fragmens long-temps exposés à l'action de l'air, la partie cristalline qui remplace le têt et les cloisons des nautiles ayant présenté plus de résistance à la décomposition, on a alors la preuve que la plupart des nodules calcaires, et même des taches qui donnent aux marbres amygdalins la variété de nuances qui les fait rechercher, sont dues à la présence de corps organisés. Outre ces nautiles nous avons recueilli, dans les mêmes couches, des orthocératites de deux espèces différentes, et quelques térébratules trop imparfaites pour pouvoir être déterminées. Ce calcaire esquilleux contient des polypiers et des encrines de plusieurs espèces : les unes, petites, ovales et percées d'un trou à leur centre, s'aperçoivent seulement par la cassure spathique qu'elles communiquent au calcaire; d'autres, très-longues, nous ont paru identiques avec des encrines que nous avons recueillies dans le calcaire de transition de Dudley. On remarquera que les couches où les nautiles sont discernables sont à une certaine distance du contact du granite, et qu'à mesure qu'on se rapproche de cette roche les nodules produits par la présence des fossiles perdent leur caractère d'organisation et deviennent des taches plus ou moins distinctes; cette disposition rend probable ce que nous avons dit il y a peu d'instans sur la plus grande netteté des fossiles dans les couches désignées sous le nom de marbre griotte. Elle

explique peut-être aussi leur rareté dans certaines couches du terrain de transition.

La position isolée du petit bassin de schiste et de calcaire de Sirach ne peut pas nous fournir de preuves directes de l'âge de ces calcaires à fossiles; mais dans ce même groupe de montagnes et à très-peu de distance, il existe à Tuchan une bande de schistes analogues à ceux de Sirach, recouverte immédiatement par du terrain houiller sur lequel il ne peut s'élever le moindre doute, (*Pl. II*, *fig.* 1). La couche de houille exploitée est accompagnée de couches d'argiles schisteuses contenant une assez grande quantité d'empreintes de fougères et de roseaux en tout semblables à ceux qui caractérisent les terrains houillers de Saint-Étienne. Les grès de ce terrain portent également tous les caractères des formations houillères. Deux exploitations sont ouvertes dans ce petit bassin houiller, l'une à Segure et l'autre à Quintillan. Le calcaire schisteux est inférieur au terrain houiller.

La position du terrain schisteux dans les environs de Saint-Girons, confirme ce que nous venons d'énoncer sur l'âge de ce terrain dans la vallée de Prades; dans cette première localité les calcaires schisteux et les schistes argileux sont surmontés immédiatement par du grès bigarré, lequel est lui-même recouvert par du lias; à une demi-lieue au sortir de la ville, en remontant la vallée et sur la rive droite de la rivière, on observe très-distinctement cette superposition; le calcaire jurassique (*Pl. II*, *fig.* 4) qui forme les escarpemens et les collines élevées, au pied desquelles Saint-Girons est placé, se prolonge un peu dans la vallée. Une bande de grès bigarré, ayant à peu près un quart de lieue d'épaisseur en face de Rimont, et se terminant en coin à la hauteur Environs de St.-Girons. Calcaire schisteux inférieur au grès bigarré.

de Saint-Girons, sépare le calcaire jurassique du terrain de transition; la stratification de ce dernier terrain est beaucoup plus tourmentée que celle du calcaire du Jura, quoique cependant les monticules d'ophites soient nombreux aux environs de Saint-Girons, et que leur sortie ait fortement bouleversé le pays.

Dans le point même où l'on observe la superposition que je viens d'indiquer, la couche à nautiles n'existe pas, mais je l'ai retrouvée à moitié chemin d'Angoumer, à Saint-Larry, c'est-à-dire dans le prolongement des couches, et à une assez petite distance; le calcaire de transition des environs de Saint-Girons contient des encrines; il paraît renfermer aussi quelques trilobites, du moins j'ai recueilli parmi les pierres que charrie le torrent un fragment de schiste siliceux, présentant une empreinte de ce crustacé fossile. Outre le calcaire schisteux, qui forme des couches nombreuses, mais peu épaisses, le terrain de transition des environs de Saint-Girons est composé de calcaire rougeâtre mélangé de parties schisteuses, de schiste argileux verdâtre, et de schiste siliceux; je désigne ainsi des roches composées de feuillets très-minces de schiste plus ou moins luisant, séparés par des feuillets épais de quartz compacte gris foncé; la différence de couleur entre les deux élémens de cette roche lui donne une structure rubanée; ses feuillets quelquefois plats sont souvent légèrement ondulés et comme frisés. La nature de ces roches ne laisserait aucun doute sur l'identité de ce terrain avec celui de Sirach, quand bien même on ne retrouverait pas dans cette localité la couche à nautiles; c'est du reste une circonstance qu'il me paraît

utile de constater, que la composition du terrain de transition dans cette partie de la France est constante ; il en résulte que les caractères minéralogiques peuvent servir seuls pour distinguer le terrain de transition sur toute la longueur de la chaîne des Pyrénées, ainsi que celui qui forme en partie le groupe de la montagne Noire. Ces caractères, pendant long-temps, ont reçu une trop grande valeur dans la classification des terrains, peut-être maintenant est-on trop porté à les négliger; cependant ils peuvent presque toujours suffire pour associer des terrains qui appartiennent au même système de montagnes, quand même ils seraient à d'assez grandes distances.

Caractères minéralogiques constans dans un système de montagnes.

La vallée de Baigorry, située presque à l'extrémité occidentale de la chaîne des Pyrénées, nous fournit encore une preuve de la position géologique du terrain schisteux que nous regardons comme de transition ; on le voit sortir, dans le haut de la vallée, et près de Saint-Étienne de Baigorry, de dessous le grès bigarré ; il est dans une position semblable à la montagne de Baigoura, située à l'entrée de cette vallée, au point ou la Nive vient se réunir au torrent qui descend des montagnes des Aldudes. Dans cette vallée, le terrain de transition est composé de schiste argileux et de grès siliceux à grains très-fins, qui passe presque à une roche de quartz compacte; il ne contient de calcaire (1), ni en couches,

Environs de Baigorry.

(1) Le calcaire de Baigorry est généralement regardé comme appartenant au terrain de transition ; mais il fait partie des formations crétacées.

ni en nodules mélangés avec du schiste à la manière du marbre Campan. Néanmoins, les comparaisons des autres couches de ce terrain nous conduisent à regarder les schistes et les grès de la vallée de vallée de Baigorry, comme le prolongement des terrains de transition de Prades, de Saint-Girons, de Campan, etc.; seulement, près de Baigorry, un des termes de la série des couches manque.

Si l'on examine sur une carte les différentes localités que nous venons d'énumérer, on reconnaîtra que sur toute la longueur de la chaîne des Pyrénées, la position des schistes, qui accompagnent le calcaire amygdalin, doit le faire regarder comme appartenant au terrain de transition; la considération des fossiles conduit à la même conclusion. Nous avons déjà indiqué la présence, dans ces schistes, des orthocères et d'une trilobite; nous avons recueilli une seconde trilobite dans le calcaire de Gèdre; enfin, à Bidarray, près de Baigorry, le schiste argileux contient des spirifères, des térébratules, des encrines, des polypiers, et des orthocères.

Calcaire amygdalin de la Montagne Noire.

Le calcaire amygdalin se retrouve, sur une assez grande épaisseur, dans le terrain de transition de la montagne Noire. Les roches qui le composent sont exactement les mêmes que celles qui caractérisent le terrain de transition des Pyrénées. Cette identité est sans doute la raison qui a constamment fait supposer que ces deux systèmes de montagnes, séparés seulement par un bassin tertiaire, étaient une dépendance l'un de l'autre (1).

(1) A l'époque où se sont déposées les couches les plus

Dans la montagne Noire les couches calcaires forment plusieurs bandes parallèles au terrain ancien. Il résulte de cette disposition qu'une grande partie du calcaire est complétement à l'état cristallin, et qu'il est impossible d'y trouver des fossiles. Mais, dans les localités où le calcaire n'est pas enclavé au milieu de roches feldspathiques, il a conservé les caractères qu'il avait au moment de son dépôt; et il contient des débris de corps organisés, quelquefois très-abondans.

Carrières de Caunes.

Les escarpemens calcaires qui surmontent la petite ville de Caunes présentent cette circonstance favorable; aussi y avons-nous observé des

---

anciennes de la série du terrain de transition, la montagne Noire n'existait pas encore, et l'espace qu'elle occupe, ainsi que les Pyrénées, formait probablement un grand bassin. Le terrain de transition s'est donc déposé sous les mêmes conditions dans toute cette étendue; circonstance que nous révèle la similitude des roches, ainsi que l'analogie complète des fossiles. Un soulèvement fort ancien, et qui s'est propagé de l'E. 35° N. à l'O. 35° S., ainsi qu'on en peut juger par la direction générale des couches schisteuses et par l'alignement général des cimes, a donné naissance à la montagne Noire. Cette révolution s'est prolongée, avec moins d'énergie, il est vrai, jusque dans l'espace où se sont élevées depuis les Pyrénées, ainsi qu'il résulte des dislocations des terrains de transition de cette chaîne, dont les couches affectent, dans plusieurs vallées situées dans le prolongement de la montagne Noire, des directions qui se rapprochent beaucoup de celles de ce groupe de montagnes. L'élévation de la chaîne des Pyrénées, qui a eu lieu à une époque beaucoup plus moderne que celle de la montagne Noire, et dont les directions font ensemble un angle d'environ 50°, a isolé complétement les deux systèmes; il résulte de cette disposition qu'il n'y a aucune liaison entre la montagne Noire et les Pyrénées, malgré la similitude des roches.

couches très-riches en fossiles. Un assez grand nombre de carrières ouvertes pour l'exploitation des marbres rend cette recherche plus facile. Dans toutes ces carrières (*Pl. II*, *fig.* 3.) le calcaire est plus ou moins mélangé de schiste argileux, et les couches pures y sont rares : le marbre que l'on y exploite varie selon le plus ou moins d'abondance de la partie schisteuse. Les marbriers distinguent quatre qualités principales. Le marbre le plus abondant est désigné sous le nom de *marbre gris*; il est composé de calcaire dont la partie cristalline, d'un gris foncé, présente des parties presque entièrement noires, qui se fondent dans la masse par des dégradations insensibles : ce marbre contient des encrines; elles sont surtout abondantes dans les parties schisteuses qui avoisinent la couche exploitée, et que les ouvriers désignent par le nom de croûtes. Ces encrines sont en général petites, rondes, portant un trou au centre; quelquefois elles sont assez grandes, elles sont alors irrégulières. On trouve aussi dans ce marbre des polypiers abondans, quelques nautiles très-imparfaitement marqués, et des orthocères de dimensions très-variables. Les plus communes, quoique encore très-rares, ont de 4 à 5 pouces de longueur. J'ai vu une table polie qui renfermait une orthocère de 26 à 28 pouces de long; son grand diamètre en avait à peu près 4.

Quatre espèces de marbre.

La seconde variété de marbre, connue sous le nom de *marbre couleur de chair*, est compacte et d'un jaune rosé, avec des parties un peu plus rouges. Elle contient des polypiers branchus remplacés par du calcaire cristallin. La disposition de ce calcaire, et les nombreux polypiers qui forment une partie notable de sa masse, lui donnent

beaucoup d'analogie avec le calcaire de Plymouth, dans le Devonshire, calcaire qui appartient, ainsi que celui qui nous occupe, à la partie inférieure du terrain de transition. Le marbre couleur de chair est très-employé à Paris; il y est connu sous le nom de marbre du Languedoc.

La troisième espèce de marbre diffère peu de la précédente, seulement elle présente des parties fortement colorées en rouge, qui communiquent au marbre un aspect particulier. Les marbriers la désignent sous le nom de *marbre cervelas*. Cette variété est la moins recherchée, cependant il y a peu de monumens à Paris dans lesquels ce marbre n'ait été employé.

La quatrième variété, connue sous le nom de *marbre griotte*, est composée d'amandes ou de noyaux de calcaire compacte rouge, entrelacés de schiste argileux rougeâtre ou verdâtre. Les nodules ne présentent ordinairement que des taches arrondies indistinctes, mais souvent aussi on y découvre des traces certaines d'organisation qui montrent que toutes ces taches sans exception sont dues à la présence de nautiles de même espèce et de même grandeur que ceux que nous avons signalés dans le marbre Campan au commencement de cette notice. A l'inspection de ces fossiles, il est impossible de ne pas être frappé de l'identité que nous avons annoncée entre le terrain de transition de la montagne Noire et celui des Pyrénées. Quelquefois les corps organisés sont entièrement à l'état spathique, et se détachent alors en blanc sur le marbre. Outre ces nautiles qui donnent au calcaire la disposition amygdaline, celui-ci contient encore quelques encrines et des orthocères. Le marbre

Marbre avec nautiles.

griotte est le plus estimé; ce qui tient à la difficulté d'en trouver des blocs susceptibles d'être exploités, à cause de son mélange avec le schiste argileux. Les couches exploitées peuvent avoir 15 pieds de puissance; mais l'ensemble des couches à nautiles en a plus de 60. Cette épaisseur considérable montre, ainsi que j'ai déjà eu l'occasion de le faire remarquer, que les eaux sous lesquelles se sont déposés les terrains de transition étaient habités par une grande quantité de mollusques peu différens de ceux qui peuplent actuellement nos mers. Les différentes variétés de marbre dont nous venons de parler se trouvent souvent dans la même carrière, où elles sont indistinctement placées : elles participent presque toujours de la texture schisteuse par le mélange de schistes argileux verdâtres et rougeâtres qui forment la majeure partie du terrain de transition du sud de la France.

Calcaire schisteux inférieur au terrain houiller.

A Caunes même, le terrain de transition est recouvert immédiatement par les couches supérieures des formations crétacées; mais, à une certaine distance à l'est de cette ville, le terrain houiller des environs de Bédarrieux (*Pl. II, fig.* 5) s'appuie sur des couches schisteuses vertes, qui sont le prolongement du terrain de transition de Caunes. La position du calcaire à nautiles est donc certaine dans le groupe de la montagne Noire, et vient appuyer les considérations qui nous ont conduit à regarder le marbre Campan comme de transition. De plus, la stratification du terrain houiller de Bédarrieux sur le terrain de transition n'est pas concordante; d'où il résulte qu'il doit s'être écoulé un laps de temps considérable entre les dépôts de ces terrains. Cette circonstance confirme aussi l'opinion que nous avons émise

que le terrain de transition du midi de la France appartient aux couches les plus anciennes de ce terrain, et qu'on peut le comparer avec celui du Cornouailles et du Devonshire.

En résumant ce que nous avons dit dans ce mémoire, on est en droit d'établir les conclusions suivantes : Résumé.

1°. Les calcaires amygdalins des Pyrénées et de la montagne Noire doivent presque toujours leur texture à la présence des nautiles;

2°. Ces calcaires appartiennent aux terrains de transition anciens;

3°. A l'époque où ces terrains se déposaient la mer était déjà peuplée de mollusques, dont l'organisation ne différait pas sensiblement de celle des animaux qui vivent actuellement dans nos mers;

4°. Malgré l'identité entre les couches qui composent le terrain de transition des Pyrénées et celui de la montagne Noire, ces deux systèmes de montagnes, complétement isolés l'un de l'autre, ont été produits à des époques séparées par un long intervalle; le premier système est antérieur au terrain houiller, et le second postérieur au dépôt de la craie.

EXAMEN ANALYTIQUE

DES USINES DE DECAZEVILLE

(DÉPART. DE L'AVEYRON).

Par M. PILLET-WILL (1832) (1)

(Extrait par M. GUENYVEAU, Ingén. en chef des Mines.)

Les usines à fer, érigées par M. le duc Decaze dans le département de l'Aveyron, sont peut-être les plus remarquables parmi celles que l'on doit au mouvement industriel qu'a fait naître, sur le continent, l'état de paix où nous sommes depuis seize ans. Une contrée inculte, éloignée des lignes de grande communication, mais qui renferme, à ce qu'il paraît, beaucoup de com-

(1) On croit devoir faire remarquer que l'ouvrage dont il s'agit ici offre le premier exemple (en France du moins) d'un exposé complet de l'état de la fabrication dans des usines qui viennent d'être établies ; mais, par cela même qu'elles sont nouvelles, il ne serait pas rationnel d'accorder aux résultats économiques rapportés par l'auteur, une importance ou une généralité qu'ils n'auraient pu acquérir que par un plus long usage des ressources locales et de la pratique des procédés.

Toutefois, la connaissance de ce qui a eu lieu et de ce qu'on a obtenu dès l'origine, dans les vastes établissemens du département de l'Aveyron, sera l'occasion d'utiles méditations, et donnera un puissant intérêt à l'observation de leurs progrès et des différentes phases qu'ils doivent parcourir. (A. G.)

bustible minéral, de la houille inexploitée et presque sans valeur, faute de débouchés, a pris tout à coup une importance notable, par cela seul qu'on y a construit des hauts-fourneaux et une forge à l'anglaise, et établi, sur les plus grandes proportions, tout ce qui est nécessaire pour fabriquer annuellement une grande quantité de fonte et de fer en barres.

Les établissemens, mines et usines, appartiennent maintenant à une compagnie anonyme, dite *des houillères et fonderies de l'Aveyron*. Les usines sont situées à une lieue du Lot, sur la rive droite de cette rivière; sept concessions de minerais de fer et neuf concessions de houille, peuvent servir à les alimenter, et la compagnie possède huit de ces dernières. Elle a déjà fait ouvrir, avec le concours de l'administration départementale, une nouvelle route de Villefranche à Decazeville, centre principal des usines.

L'ensemble des établissemens de la compagnie se compose : 1°. des mines de houille; 2°. des mines de fer; 3°. des usines.

Ces usines, construites sous la direction de M. Cabrol, sont au nombre de deux : *La Forésie* et *Decazeville* (1). La première (Pl. II de l'ouvrage, vue générale) est composée de trois hauts-fourneaux, d'une machine soufflante mue par la vapeur, de fours de grillage pour le minerai, de fours à coke, de trois fineries, d'une

(1) On les appelle quelquefois usines de Firmy, nom de la principale mine de houille, auprès de laquelle se trouve maintenant *la Forésie*.

fonderie, etc.; elle était terminée au commencement de l'année 1831.

L'autre usine (Pl. III, de l'ouv., vue gén.), beaucoup plus considérable que la précédente, comprend six hauts-fourneaux et une forge à l'anglaise qui pourra fabriquer annuellement 8.000 tonnes (8.000.000 kil.) de fer en barres; il y a en outre une vaste fonderie et trois fineries; deux machines à vapeur ayant ensemble la force de 160 chevaux; l'atelier de forge contient 25 fours à puddler ou à réchauffer, avec laminoirs, marteau, cisailles, etc. Cette usine n'était pas encore terminée vers la fin de 1832. Il y aura donc, en tout, neuf hauts-fourneaux dont on espère tenir six ou sept constamment en feu, et qui pourront produire de 13 à 14.000 tonnes de fonte par année (1).

Les frais de premier établissement et de construction de ces deux usines, etc., s'élèveront à plus de trois millions de francs.

Les minerais, la castine et la houille ne sont point pris aux mêmes lieux pour l'approvisionnement de ces deux usines, de sorte qu'il y a quelques différences entre les valeurs et les qualités de ces matières, et par suite dans les dépenses faites pour obtenir une *tonne* de fonte.

Les calculs relatifs aux produits annuels et aux *prix de revient* des matières premières et des produits, ont pour bases les faits constatés en 1831 et 1832; mais il est juste de reconnaître que de nombreux perfectionnemens restant encore à

---

(1) A raison de 6 $\frac{1}{4}$ tonnes (6,250 kil.) de fonte, par fourneau et par 24 h.; ce qui est un produit moyen pour de la fonte de forge.

opérer dans les diverses parties de la fabrication, ces prix sont probablement susceptibles de réduction.

M. Pillet-Will, l'un des actionnaires de la compagnie ayant été chargé, comme commissaire, d'examiner l'état actuel de l'entreprise, et de rechercher les développemens qu'elle peut acquérir, a eu l'heureuse idée de ne pas rédiger seulement pour les membres de la compagnie les divers résultats de ses recherches et des essais ou expériences qu'il a fait faire sous ses yeux; il a voulu que le public industriel pût en profiter (1). Dans ce but, et sous le titre de *Examen analytique de l'usine de Decazeville* (2), M. Pillet-Will a publié un ouvrage où se trouvent consignés ses observations et ses calculs économiques, pour établir les prix de fabrication tels qu'ils doivent être à une époque très-rapprochée.

Nous suivrons l'auteur dans les détails qu'il donne sur les divers procédés de fabrication, et sur l'administration de ces vastes établissemens, et nous diviserons cette notice en trois parties :

1°. Fabrication de la fonte de fer;

2°. Fabrication du fer en barres;

3°. Considérations sur divers résultats de la fabrication du fer à Decazeville.

---

(1) « Je n'ai point été préoccupé, dit-il, par la crainte de mettre à découvert les ressorts de l'établissement, les procédés de fabrication, parce qu'il faut démontrer jusque dans les plus petits détails l'influence d'une direction intelligente et ferme. » . . . . . « En industrie, comme en bien d'autres choses, le temps des mystères est passé; tout se sait maintenant, lorsqu'on a intérêt à le savoir; et il n'y aurait rien à gagner d'un égoïsme qui porterait à tout tenir caché. » (Page 16.)

(2) Un vol. in-4°. avec planches.

Ier. PARTIE.

FABRICATION DE LA FONTE DE FER.

§ I. *Des Minerais de fer et de la Castine.*

1°. *Minerais.* — Les minerais qui alimentent presque exclusivement les hauts-fourneaux de chaque usine sont des fers carbonatés des houillères. Il n'y en a qu'une bien petite quantité qui sorte des grès bigarrés, et ce sont des minerais de fer oxidé et hydraté. En général, l'exploitation des minerais est facile et peu coûteuse; mais, au prix d'extraction, il faut joindre les frais de transport, qui augmentent le prix de *revient* (1).

Des tableaux font connaître l'épaisseur des couches connues de chaque espèce de minerai, leur distance des usines, etc.

La richesse moyenne des minerais passés aux fourneaux est, après leur grillage, d'environ 44 pour 100.

a) A la Forésie (2), le prix de revient des mi-

---

(1) On fera remarquer ici, pour n'y plus revenir, que ce qu'on entend (dans l'ouvrage de M. P.-W. et dans l'extrait qu'on en donne) par prix de revient n'est point chargé des frais généraux, comme frais d'administration, intérêts des capitaux, etc. Je ne vois qu'un seul tableau où l'on fasse entrer en compte une partie de ces frais généraux.

(2) Nous serons bien souvent obligés de distinguer ce qui se rapporte à l'une ou à l'autre des usines, parce que les lieux d'approvisionnement ne sont pas les mêmes pour toutes les deux; nous mettrons la lettre a) pour désigner la plus ancienne, *la Forésie*, et la lettre b) pour ce qui concerne *Decazeville*. (A.-G.)

nerais qui sont exploités à la portée de l'usine, est évalué à 6 fr. 74 c. la tonne (1.000 k^{os}) : le poids du mètre cube est de 1.500 k^{os}, quoique l'on puisse le porter à 1.950 k^{os}, en remplissant la mesure avec un très-grand soin.

b). Les minerais qui sont fondus à Decazeville reviennent à 5 fr. 74 c. la tonne.

Grillage des minerais. — Cette opération a lieu dans des espèces de fours à chaux, à calcination continue, chauffés avec de la houille. La perte au grillage varie de 20 à 34 sur 100 de minerai brut. Cette perte se compose des substances volatilisées, des déchets dus aux transports et des parties stériles qui se séparent après le grillage.

a). Pour avoir 100 k^{os} de minerai grillé, on emploie, à la Forésie, 136 k^{os} de minerai cru; et on brûle 107 k^{os} $\frac{1}{2}$ de houille; ce qui est beaucoup trop selon M. P.-W. Les frais de main-d'œuvre sont évalués à 0 fr. 80 c. par tonne de minerai grillé. Le prix de revient est de 10 fr. 36 c. la tonne, en comptant la houille à 5 fr. la tonne; en la prenant à 3 fr. (prix d'extraction) il serait un peu moindre, savoir, de 10 fr. 21; il y a des minerais qui ne reviennent qu'à 7 fr. 60 c. après avoir été grillés.

b). A Decazeville la perte au grillage est évaluée à 30 pour 100; le prix de revient est de 9 fr. 31 c. pour le minerai grillé.

2°. *De la Castine.* — La pierre calcaire employée comme castine est extraite à la surface du sol (1).

---

(1) Il paraît que, dans les charges, la castine se com-

Le prix de revient est, à la Forésie, de 6 fr. 15 c., et à Decazeville, de 5 fr. 10 c. la tonne; il pourra être réduit à 4 fr. pour cette dernière usine.

§ II. *Du combustible* (*houille et coke*).

1°. *Houille.* — La houille des diverses exploitations du territoire d'Aubin présente plusieurs variétés; elle contient des proportions variables de matières terreuses ou cendres.

D'après l'examen qu'en a fait M. Thomas, ancien élève externe de l'Ecole des Mines de Paris, et qui a été employé par la compagnie à faire des recherches chimiques sur les produits des usines de Firmy, la plupart des houilles de ce bassin renferment beaucoup de matières volatiles qui se dégagent par la carbonisation, mais sans former de bitume, sans occasioner de boursoufflement, de sorte que le résidu charbonneux ou coke a peu de cohérence et se réduit facilement en poussière : cette circonstance produit des déchets considérables, soit dans l'opération de la carbonisation (au défournement), soit dans les transports; enfin, ce coke doit s'écraser dans les fourneaux, inconvénient fort grave relativement à la conduite des fourneaux et à la consommation en combustible qui a lieu dans ces appareils; on verra plus tard quelle est l'influence de ces propriétés de la houille et du coke sur le prix de revient de la fonte et du fer.

M. P.-W. fait connaître dans plusieurs tableaux le nombre et la puissance des couches connues ou

pose de deux tiers de carbonate de chaux pur, mêlé avec un tiers d'une autre pierre calcaire contenant moyennement 15 p. % d'argile et 4 p. % de peroxide de fer. (A. G.)

exploitées, le nombre des puits et des galeries; leur profondeur et leur étendue, etc. Il serait à désirer qu'il y eût joint des détails sur les essais qui ont été faits pour connaître les propriétés du combustible; il paraît que les houilles sont assez pures, en sorte que les cokes ne contiennent pas plus de 7 à 8 pour 100 de cendres.

a). Le prix de revient de la houille amenée à la Forésie, qui provient en grande partie de la mine de Firmy (1), est de 3 fr. 68 c. la tonne.

b). A Decazeville, les houilles de Lagrange et de Lasalle ne coûtent guère que 3 fr. la tonne, frais de transport et déchets compris (2).

2°. *Du coke et de sa fabrication.* — L'auteur de l'*Examen analytique* n'entre dans aucun détail sur le mode de carbonisation de la houille; nous savons cependant que l'on a reconnu dans les usines de l'Aveyron que le coke fabriqué en *feux* (en tas, en plein air) porte plus de minerai que celui obtenu par la carbonisation exécutée dans des fours. Nous ne pourrions suppléer que fort imparfaitement à ces omissions, qui sont à regretter sous le rapport de l'art; il aurait été à désirer surtout que M. P.-W. fît faire sous ses yeux des expériences pour connaître les consommations relatives des diverses espèces de coke,

---

(1) Celle qui a éprouvé un incendie, et que l'on exploite maintenant à ciel ouvert.

(2) On a souvent porté dans les comptes établis avant le voyage de M. P.-W. le prix de la tonne de houille à 5 fr.; mais c'était pour laisser un bénéfice à l'exploitation des mines.

au haut-fourneau; il aurait peut-être découvert la cause des consommations extraordinaires de houille; c'est ainsi qu'il a procédé quand il s'est agi d'examiner les déchets qui avaient lieu dans le mazéage de la fonte; il s'étend d'ailleurs sur les déchets que subit la houille, dans sa conversion en coke convenable pour le haut-fourneau, sur les prix de revient qui sont fortement influencés par ce faible produit de la carbonisation de la houille. Nous allons le laisser parler lui-même:

« Bien qu'on ait été dans le cas d'employer une certaine quantité de houille schisteuse...., cependant ces considérations sont insuffisantes pour expliquer que 2,820 kil. de charbon n'aient produit que 1,000 kil. de coke, ou, ce qui revient au même, qu'il ait fallu 1,000 kil. de charbon pour 354 kil. $\frac{1}{2}$ de coke, soit un peu moins de 36 pour 100;

» Sans prétendre à un rendement de 50 à 55 pour 100, comme à Saint-Etienne, en plein air, ou de 60 à 65 pour 100, comme en Angleterre, on ne doit pas tomber à Firmy au-dessous de 40 pour 100, et l'on est en droit d'attendre mieux dans un bon travail (1). »

» Pour expliquer ce déchet extraordinaire (celui qui a réduit le produit de la houille à 36 pour 100 de coke, quoique la moyenne, prise du 1er. janvier 1829 au 30 septembre 1831, ait été de 40, et que ce résultat ait été confirmé par

(1) Rendement, en coke, de la houille:

En 1829.	39,4	p. 100;
En 1830.	43,2	——;
En 1831.	36,2	——.



des expériences faites assez en grand (1)....) il a été question du transport d'une espèce de coke très-friable, au plateau de la Forésie; cette cause est réelle, et doit sans doute diminuer le rendement; mais ce n'est pas la seule....... cette fabrication est fort en arrière de ce qu'elle doit être. »

» J'adopterai, pour Decazeville, un rendement de 42 pour 100 (parce qu'il n'y a pas là de transport de coke), et j'évaluerai le prix d'une tonne de houille à 3 fr. »

L'auteur établit, d'après cela, le prix de revient de la tonne de coke, à 12 fr. 46 c.

« Sans décider, dit M. P.-W., la question de savoir si le coke gagne ou perd en qualité par son exposition à l'air, l'expérience a prouvé, du moins pour celui qui provient des chantiers à coke de Firmy, que de grands approvisionnemens donnaient lieu à de grands déchets..... Ainsi la fabrication doit en être restreinte aux besoins de la consommation courante. »

§ III. *Traitement des minerais de fer, au haut-fourneau.*

Les hauts-fourneaux employés dans les usines de l'Aveyron ont intérieurement 15 mètres de hauteur totale, et 5 mètres de largeur au ventre (2); ils travaillent à deux tuyères, quoiqu'il y

(1) « J'ai voulu, dit M. P.-W., constater par une expérience quel devait être le déchet de la fabrication du coke; à cet effet, une quantité de 10,200 kil. de houille a été soumise à la carbonisation en plein air, et a rendu 5,103 kil. de coke : c'est 39,38 p. 100. »

(2) On en voit une coupe verticale sur la *planche* IV

ait trois ouvertures; l'orifice de chaque tuyère a 2 pouces $\frac{2}{5}$ (mesure anglaise) de section. La pression habituelle est de 2 liv. $\frac{3}{4}$ par pouce carré (mesure angl.).

Les tuyères ne sont pas de l'espèce de celles dites à eau, où ce liquide se renouvelle continuellement par le refroidissement qu'il prend, et empêche leur prompte destruction; aussi est-on obligé de remplacer très-fréquemment celles actuellement en usage, et qui sont simples et en fonte; on en change souvent plusieurs fois par jour, ce qui forme un objet de dépense assez notable.

L'auteur expose, dans un tableau qui est suivi d'observations (pag. 106 à 111), des considérations aussi justes qu'utiles, sur les matériaux employés à la construction de l'intérieur des hauts-fourneaux, et l'influence de leur durée sur les frais de fonte, etc.; nous ne nous y arrêterons pas, parce que les résultats sont d'un intérêt purement local.

Nous allons rapporter divers résultats de la marche des hauts-fourneaux, à différentes époques et dans diverses circonstances.

1°. Consommations (moyennes) pour 1000 kil. de fonte produite dans les années 1829, 1830 et 1831.

Minerais.	2,291 kil.
Castine.	1,123
Coke.	2,962
Houille pour machines soufflantes. . .	810
Boccages (débris de fonte) ajoutés dans le fourneau.	20

de l'ouvrage; mais ces dimensions, ainsi que les indications qui suivent, sont le résultat de renseignemens particuliers. (A. G.)

La valeur réelle des matières consommées, et les frais de main-d'œuvre, non compris *les frais généraux*, ou ce qu'on appelle le *prix de revient* d'une tonne de fonte, est évalué à 96 fr. 44 c.

On ne trouve nulle part l'indication de la production journalière moyenne des fourneaux, à cette époque; il est à croire qu'elle ne s'élevait pas à 5,500 kil. de fonte par 24 heures.

L'auteur, à l'occasion d'une production journalière de 4,847 kil., observe avec raison que ce produit ne saurait être regardé comme celui d'un bon roulement; car, dit-il, « des hauts-fourneaux bien dirigés ne doivent pas s'écarter sensiblement d'une production journalière de 7,000 kil.; » il faut ajouter: « en fonte de forge », parce que les fourneaux qui travaillent en fonte de moulage produisent toujours moins et consomment davantage en combustible, que ceux qui donnent de la fonte blanche ou truitée (1).

2°. Nous distinguerons donc le roulement en fonte de moulage ou grise, de celui en fonte de forge, qui est blanche ou truitée.

A. Production de *la fonte grise*.

1er. exemple. 2°. roulement du fourneau n°. 2, en fonte grise, 1831.

---

(1) L'auteur admet que la consommation d'un haut-fourneau qui produit 7,000 kil. de fonte en 24 h. est, par heure, de 7 à 800 kil. de coke. Au reste, la production journalière de 7 tonnes de fonte de forge n'a pas lieu, à beaucoup près, dans la plupart des fourneaux à coke établis en France; on y arrive assez ordinairement à la Voulte (Ardèche), parce que les minerais sont fort riches, mais bien rarement pour les fourneaux du Janon, près de Saint-Etienne, ou de Saint-Julien, près de Saint-Chamont. (A.G.)

Production journalière de 2,966 kilog.

Consommations pour 1,000 kilog. de fonte produite :

Minerais	2,379 kilog.
Castine	1,138
Coke	3,516
Houille pour machine. . . .	1,398

Le prix de revient est alors de 123 fr. 12 c. la tonne.

2°. exemple. Roulement du fourneau n°. 3, en 1831.

Produit journalier 2,825 kilog. de fonte grise.

Consommations pour 1,000 kilog. de fonte produite :

Minerais	2,330 kilog.
Castine	1,181
Coke	3,615
Houille pour machine. . . .	1,958

Prix de revient = 154 fr. 15 c. la tonne.

Le prix de fabrication de cette espèce de fonte est toujours plus élevé que celui de la fonte de forge; on voit même que, dans le 2°. roulement du fourneau précédent, également en fonte grise, pour un produit journalier moyen de 2,669 kilog., le prix de revient de la tonne a été de 165 fr. 75 c.; ce qui est énorme, puisqu'il n'est pas question des frais généraux d'administration, intérêts de capitaux, etc.; etc.

B. Production de la *fonte de forge*.

On ne trouve point de résultats de roulement en fonte blanche, sans qu'on n'ait ajouté dans le fourneau de fortes doses de *boccages* (débris de fonte), qui altèrent, en les diminuant, tous les rapports des consommations, ainsi que la production journalière qu'ils rendent beaucoup plus forte : le

prix de revient est alors très-faible. C'est ce que nous voyons pour le fourneau n°. 1 qui, en 1831 (1), a donné 7,370 kilog. de fonte de forge par 24 h., qui n'a consommé que 1,886 kilog. de coke par 1,000 kilog. de fonte produite, et pour lequel roulement le prix de revient n'a été que de 87 fr. 16 c. la tonne; mais on avait ajouté 133 kilog. de débris de fonte avec la quantité de minerais, etc., qui suffisait avec ces boccages pour donner 1,000 kilog. de fonte : c'était plus de 13 p. 100 de métal qui ne coûtait presque rien à produire (2).

Pour avoir une idée des consommations réelles qui ont eu ou qui auront lieu pour obtenir une tonne (1,000 kilog.) de fonte de forge, il faut recourir aux résultats d'une expérience qu'a fait faire M. P.-W.; mais on ne peut y avoir la même confiance que dans les moyennes d'un roulement de plusieurs mois.

Dans une fonte (expérience) faite à la Forésie, et qui a duré 21 jours (3), le produit journalier (moyen) a été de 6,692 kilog. de fonte de forge.

---

(1) Page 82.

(2) On a vu, dans le tableau des résultats moyens des fontes des minerais faites en 1829, 1830 et 1831, présenté ci-dessus, que la quantité de *boccages* ajoutés était de 2 sur 100 de fonte produite par les fourneaux.

(3) On doit supposer, je pense, qu'il s'agit d'un fourneau en plein produit, marchant bien, et pour lequel on a mesuré ou pesé bien exactement les charges de minerai et de combustible, les produits, etc. Voyez l'ouvrage, pag. 201 à 203. (A. G.)

Pour 1,000 kilog. de fonte obtenue, les consommations ont été :

	kil.		fr. c.		fr. c.
Minerais	2,190	à	9,74	les 1,000 kilog.	21,36
Castine	999 ½		6,57		6,56
Coke	2,153		12,42		26,74
Houille p^r. mach.	747		3,68		2,75
Main-d'œuvre et dépenses diverses					14,68
Total					72,09

Le prix de revient est alors de 72 fr. 09 c. par tonne.

L'auteur considère, avec raison, ces résultats comme fort avantageux, et il observe judicieusement que la durée de cette expérience n'a pas été assez considérable pour qu'on puisse espérer que la moyenne de tout un roulement soit aussi satisfaisante. En effet, le minerai a rendu plus de 45 p. 100 en fonte, et la consommation en coke n'a été que de 2,1 parties pour une de métal produit; tandis que, dans la moyenne des années 1829, 1830 et 1831, on a brûlé trois parties de coke pour en obtenir une de fonte, en sorte que le prix de revient est bien plus élevé, savoir de 96 fr., 44 la tonne.

M. P.-W. établit (1), ainsi qu'il suit, les produits, consommations, frais de main-d'œuvre et prix de revient, en supposant que quatre fourneaux, travaillant en fonte de forge, produisent ensemble 25,000 kilog. de métal ou 6,250 kilog. chacun.

---

(1) Page 204.

Production de 6,250 kilog. en 24 h.; consommations pour 1000 kilog. de fonte de forge :

kilog.			fr. c.		fr. c.
2,258	minerais	à	9,31	la tonne	21,02
1,057	castine	à	5,10		5,39
2,280	coke	à	9,32		26,84
	Houille pour mach. (1), à 3 fr. et autres dépenses relatives, et main-d'œuvre				8,00
	Outils, dépenses diverses				1,56
	Mise hors feu et remise à feu				2,88
				Prix de revient	65,69

C'est ce prix *calculé* (65 fr.,69) qui servira de base pour déterminer les prix de fabrication qui ne doivent pas être dépassés, à l'avenir, dans les préparations subséquentes du fer, savoir : celles du fin-métal, du fer puddlé, des fers n°. 2 et n° 3; on ne sera donc point étonné de voir des différences énormes entre les prix actuels et ceux annoncés pour l'avenir.

3°. M. P.-W. présente (1) des observations fort judicieuses sur la durée des parois intérieures des hauts-fourneaux et sur l'influence qu'ont la mise à feu et la mise hors feu de ces grands appareils, sur le prix de revient de la fonte, en raison de la grande quantité de combustible qui est consommée à cette occasion, des frais de reconstruc-

(1) On a compté « 23,040 kil. de houille pour les machines soufflantes dont la force totale est de 160 chevaux, à raison de 6 kil. par heure et par force de cheval. » L'auteur observe (en note) que cette consommation ne doit pas excéder 5 kil.

J'ignore pourquoi l'auteur n'a pas porté en nature la houille consommée par les machines à vapeur qui meuvent les machines soufflantes ; d'après ce qui précède, ce serait environ 700 kil. de combustible.

tion de l'ouvrage, etc.; il remarque qu'il convient, pour l'exactitude des évaluations, de faire supporter les frais de ces deux opérations à chaque roulement, afin qu'ils se trouvent toujours dans des circonstances parfaitement semblables. Il faut observer, en outre, combien il importe d'élever la production journalière d'un haut-fourneau, relativement au prix de revient de la tonne de métal. Ainsi, avec un produit de 4,847 k. de fonte, en 24 h., on a trouvé qu'elle revenait à 93 fr. 27 c. la tonne, tandis que si l'on obtenait 7,000 k. dans le même temps elle ne coûterait que 89 fr. 20 (1). L'addition au fourneau des boccages toujours souillés de sable, lui a paru désavantageuse; il vaudrait mieux, dit-il, les passer aux fineries, malgré le déchet considérable qu'ils y éprouvent, et qui n'est que dissimulé par leur passage au haut-fourneau.

L'auteur ne s'occupe point de la qualité des fontes qui ont été produites à diverses époques par les hauts-fourneaux; cela est d'autant plus à regretter qu'il y en a (celles qu'il appelle fontes anciennes, les premières qu'on ait fabriquées), qui donnent un déchet au-dessus de tout ce qu'on avait observé jusqu'ici, lorsqu'on les convertit en fin-métal; il aurait été curieux de savoir à quelles causes on attribue leur mauvaise qualité, et comment on est parvenu à améliorer les fontes produites par les fourneaux.

(1) Je crains que cette élévation de produit journalier jusqu'à 7,000 kil. en 24 heures ne se réalise pas dans les usines de l'Aveyron. Au reste, M. P.-W. n'a supposé, dans la plupart de ses calculs, qu'un produit de 6,250 kil. (A.-G.)

IIᵉ. PARTIE.

DE LA FABRICATION DU FER EN BARRES.

§ I. *Fabrication du* fin-métal (*ou affinage de la fonte de fer.*)

Les foyers ou feux de finerie, dont on voit une coupe sur la planche V. de l'ouvrage de M. P.-W., sont à six tuyères et produisent, terme moyen, par 24 h. 18,000 kil. de fin-métal. Les tuyères sont à double enveloppe et inclinées sous un angle de 10 à 12°; la charge en fonte varie suivant la nature de celle-ci, de 800 à 1,600 kil.; en moyenne, 1,200 kil.(1) Une opération consomme de 20 à 24 paniers de coke, chacun de 20 à 25 kil.; la durée d'un affinage est de 1 h. 45′ à 2 h., chargement compris.

Commençons par présenter les résultats des fineries, tels qu'ils étaient avant que le procédé eût reçu les perfectionnemens qu'on y a faits depuis une année.

Produit et consommations pour 1,000 k. de fin-métal obtenu en 1832 (2):

kilog.		fr. c.		fr.
1,328 ¾	de fonte et boccages, à	98,13 (3)	la tonne.	136,41
932	de coke, à	17,16	———	12,52
344	de houille à la mach., à	3,68	———	1,27
	Main-d'œuvre à la machine.			0,53 ½
	———— des affineurs et aides. . .			4,15
	Fournitures, tuyères, terres, briques.			2,53 ½
	Prix de revient. . . .			157,42

(1) Pages 308 et 309.

(2(Page 112.

(3) La fonte étant comptée au prix de revient établi par les écritures, les boccages entrent dans la valeur totale de 136 fr.,41 pour 5 fr.,29. Voyez les explications, page 112 (note). (A. G.)

Le déchet qui s'élève à 24,72 p. 100 (1) dans cette opération est, ainsi que le remarque M. P.-W., une des causes principales du prix élevé de la fabrication du fer pendant l'année 1831.

C'est dans le but de diminuer cet énorme déchet (2) que la compagnie a réclamé le secours d'une personne versée dans la science de la métallurgie; elle a eu le bon esprit de demander à l'Ecole des mines de Paris un élève capable de faire les recherches chimiques nécessaires pour en reconnaître les causes et pour diriger les essais qui devaient en amener la diminution. Le succès qu'a obtenu M. Thomas a été complet, et les résultats très-avantageux de son procédé, constatés non-seulement par plusieurs mois de pratique, mais encore par les expériences faites sous les yeux de M. P.-W. sont hors de toute contestation (3). Nous présenterons le résumé de ces expériences après avoir exposé les considérations sur lesquelles est fondé le perfectionnement qu'il a introduit.

« Aussitôt que les fineries furent mise à feu, dit M. P.-W., on reconnut que le déchet de la fonte était de 24 à 26 p. 100; on dut croire et l'on crut, en effet, que ce déchet tenait à la na-

---

(1) Double de ce qu'il est ordinairement dans les forges d'Angleterre et de France. (A. G.)

(2) Certaines fontes perdaient 30 pour 100 aux fineries. (A. G.)

(3) Nous croyons devoir insister sur cet objet, tant à cause de son importance pour toutes les usines à l'anglaise, que pour réparer l'oubli tout-à-fait injuste de M. P.-W., qui n'a point nommé M. Thomas dans son ouvrage, quoiqu'il ait bien reconnu l'étendue du service rendu à l'établissement par ce jeune métallurgiste. (A G.)

ture de la fonte et à une trop grande production journalière des hauts-fournaux, tandis qu'elle ne tenait essentiellement qu'à l'absence de précautions indispensables dans le triage et la division des minerais en morceaux d'égale grosseur, et aussi à ce que, avant qu'on eût adopté les lingotières en fonte (1) donton fait maintenant usage, le sable dont se pénétrait la fonte, en sortant du haut-fourneau, entraînait toujours à l'affinage, en passant dans les scories, des parties de métal plus ou moins considérables (2).

» Sous ces impressions, on a cherché à obtenir une autre qualité de fonte (3); mais en même temps, et par des essais successifs (4), on est par-

(1) On sait que la coulée du produit des hauts-fourneaux à fer se fait ordinairement dans des rigoles préparées en sable battu. Les fontes, et surtout certaines fontes blanches, adhèrent au sable après leur refroidissement; souvent elles scorifient celui-ci au contact, et en retiennent ainsi des quantités très-notables : ce sable est alors compté comme fonte. L'emploi des lingotières métalliques a fait disparaître cet inconvénient et diminué sensiblement le déchet aux fineries. (A. G.)

L'auteur dit ailleurs (page 213) « que le déchet à l'affinage, qui était de 24 à 26 p. 100 sur les fontes anciennes, a été réduit à 15 pour 100 par l'addition d'un minerai calcaire, et n'est déjà plus que de 12 sur les fontes nouvelles coulées dans les lingotières, qui s'opposent à ce qu'elles s'imprègnent de sable. »

(2) Cette explication est évidemment inadmissible; mais la perte occasionée par le sable n'en est pas moins certaine. (A. G.)

(3) L'auteur dit quelque part que « la détermination de couler en fonte grise . . . avait un double but, d'abord de se dispenser d'acheter des fontes étrangères (pour le moulage), et ensuite d'améliorer la qualité du métal qui devait être soumis à l'affinage. »

(4) C'est à M. Thomas, envoyé à Firmy exprès pour

venu *en ajoutant à l'affinage une certaine quantité de minerai calcaire à diminuer infiniment les déchets* (1). »

M. Thomas, guidé par des notions exactes sur ce qui se passe dans les foyers de finerie, a commencé ses essais par l'addition du minerai de fer ; le premier dont il fit usage étant siliceux, le déchet, quoique sensiblement diminué, était encore notable ; il ajouta ensuite du peroxide de manganèse qui produisit un meilleur effet, mais qui présentait cependant des inconvéniens avec certaines fontes, quoiqu'il fût employé en petite quantité; enfin l'addition de 70 à 80 kil. par charge de minerai de fer calcaire, et à une époque déterminée de l'opération, parut remplir d'une manière satisfaisante le but que l'on s'était proposé, pour toute espèce de fonte, et surtout réduire considérablement le déchet sur celles de la plus mauvaise qualité, tout en conservant à la conduite des affinages toute la facilité désirable(2).

Dans les expériences dont nous allons présenter les principaux résultats, M. P.-W. a fait affiner des fontes blanches, d'abord sans addition, par l'ancien procédé, et ensuite avec les perfectionnemens dus à M. Thomas, c'est-à-dire en ajoutant du minerai calcaire; il a constaté avec soin les déchets sur la fonte, la durée des opérations et les qualités du fin-métal obtenu, etc.

---

s'occuper de cet objet, que sont dues toutes les améliorations. (A. G.)

(1) Pages 130 et 131.

(2) Nous espérons que M. Thomas fera imprimer dans nos Annales le mémoire qu'il a rédigé sur cet objet, et qui présente une heureuse application de l'analyse chimique aux procédés de la métallurgie. (A. G.)

Iʳᵉ. EXPÉR. Fonte blanche impure convertie en fin-métal, sans addition.

Déchet : Dans une 1ʳᵉ. charge. . . .	24,28 p. 100.
——— ——— 2ᵉ. charge. . . .	28,57
Coke consommé pour 1,000 kil. de fin-métal.	559 kil.

IIᵉ. EXPÉR. Fonte blanche impure convertie en fin-métal, *avec addition de minerai calcaire.*

Déchet : Dans une 1ʳᵉ. charge. . .	21,81 p. 100.
——— ——— 2ᵉ. charge. . .	12,22
Déchet moyen.	16,82 p. 100.
Coke consommé pour 1,000 kil. de fin-métal.	607 kil.
Minerai calcaire par 1,000 de fin-métal.	60 kil.
Durée moyenne de l'opération, chargement compris.	2 h. 4′.
Moyenne de la production par heure.	353 kil.

IIIᵉ. EXPÉR. Fonte blanche, provenant d'un roulement actuel du haut-fourneau n°. 2 et d'un produit de 7 tonnes par jour, convertie en fin-métal, sans addition de minerai calcaire.

Moyenne de 4 chargemens.

Produit (des 4 charges) en fin-métal.	4,002 kil.
Moyenne de la production par heure.	531 kil.
Déchets.	15,22 p. 100.
Temps employé pour une opération.	1 h. 53′.
Coke consommé pour 1,000 kil. de fin-métal.	422 kil.

IVe. EXPÉR. Fonte blanche, de même nature que celle employée dans l'expérience précédente (IIIe.), convertie en fin-métal, *avec addition de minerai calcaire.*

Moyenne de 4 chargemens.

Produit (des 4 charges) en fin-métal.	4,411 kil.
Moyenne de la production par heure.	570 kil.
Déchets.	11,34 p. 100.
Durée de l'opération.	1 h. 56′.
Coke consommé pour 1,000 kil. de fin métal.	560 kil.
Minerai de fer calcaire employé. . .	60 kil.

Dans les expériences, n°. V à XIII, dont les résultats sont consignés (pag. 140-142 de l'ouvrage), M. P.-W. a soumis le fin-métal obtenu soit par l'ancien procédé, soit par le nouveau, d'abord au puddlage, pour en fabriquer du fer n°. 1 (fer puddlé); puis au corroyage et au laminage, d'abord une première fois, et ensuite une seconde fois, ce qui donne les fers désignés, sur l'établissement, par les n°s 2 et 3. Cela était important, parce qu'il pouvait arriver que le fin-métal produit en ajoutant à la fonte du minerai calcaire, et, comme nous l'avons dit, avec beaucoup moins de déchet que par l'ancienne méthode, perdît davantage au puddlage que celui fabriqué sans addition : mais il n'en a pas été ainsi, et le procédé de M. Thomas a conservé tous ses avantages.

Nous reviendrons sur ces expériences; il suffit de dire ici que la moyenne du déchet au puddlage a été de 11,82 sur 100 de fin-métal employé, et que quelques ouvriers plus habiles que les autres n'ont éprouvé que 10,72 de perte; ce qui est peu différent des résultats obtenus dans d'autres forges à l'anglaise.

C'est d'après les résultats obtenus par le procédé perfectionné que M. P.-W. a cru pouvoir admettre, comme la moyenne des déchets sur la fonte qui à l'avenir sera convertie en fin-métal, 14 ½ pour 100 (1); il établit, ainsi qu'il suit, les *produits, consommations et prix de revient pour 1,000 kil. de fin-métal obtenu*, en supposant que trois feux de finerie produisent ensemble 27,000. kil de métal par tournée de 12 h.; et que l'on opère en ajoutant du minerai de fer calcaire,

kilog.		fr. c.		fr. c.
1,170	de fonte blanche, à . .	65,69	la tonne.	76,85
700	de coke, à	9,32	——	6,52
60	de minerai de fer calcaire, à	11,67	——	0,67
	Frais de machines soufflantes.			1,30
	Main-d'œuvre.			3,18
	Outils, briques, tuyères, etc.			3,58
			Prix de revient. . . .	92,11

Nous avons vu précédemment qu'en prenant le prix des fontes et les déchets, tels qu'ils étaient en 1831, le prix de revient, à cette époque, était de 157 fr. 42 c. la tonne. La différence due au nouveau procédé est de 65 fr. 31 c. par tonne de

(1) L'auteur fait bien sentir l'énorme différence qui résulte de la diminution des déchets relativement à la consommation de la fonte pour fabriquer une tonne de fin-métal. Dans le cas des anciens procédés, il en faut employer 1,678 ¾; d'après les expériences, il suffit de 1,503 : différence de 175 kil. ¾. Pour une fabrication annuelle de 8,000 tonnes de fer en barres, on épargnera 1,400,000 kil. de fonte, équivalant, d'après M. P.-W., à une somme de 158,063 fr. (*Voyez* page 215 de l'ouvrage) (A. G.)

fin-métal produit; c'est plus du tiers (près des $\frac{2}{5}$) du prix de revient dans l'année 1831.

§ II. *Fabrication du* fer puddlé (*dit fer* n°. 1) *avec le* fin-métal.

Le fourneau qui sert à fabriquer le fer n°. 1, est représenté sur la planche VI de l'*Examen analytique*, et à l'occasion de l'explication des figures, l'auteur donne quelques détails sur l'opération par laquelle le fin-métal est converti en fer soudable.

Les cylindres dégrossisseurs et finisseurs sont représentés, dans l'ouvage, sur les planches VII et X, dont l'explication se trouve aux pages 315 et 321.

La charge est de 187 kil. de fin-métal, et les loupes formées à la fin de l'opération pèsent de 30 à 35 kil.

Il faut ajouter ici que ces loupes sont passées immédiatement entre les cylindres dégrossisseurs; on ne se sert point, pour les cingler, du marteau frontal, parce que le fer sortant du fourneau a trop peu de cohérence : la masse est trop friable pour pouvoir en soutenir le choc sans se briser et s'émietter (1).

M. P. W. établit ainsi qu'il suit, et pour l'année 1831, *le prix de revient du fer puddlé* n°. 1;

---

(1) On doit avoir fait (vers la fin de cette année 1832) l'essai d'un nouvel outil, espèce de tenaille appelée mâche-fer, propre à donner aux lopins une certaine forme et un premier degré de compression qui les disposera à passer plus aisément dans les premières échancrures des cylindres, et à éprouver moins de déchet dans cette opération. (A. G.)

Prix de revient de 1000 kilogr. de fer puddlé :

kilog.		fr. c.	fr. c.
1,184	de fin-métal, à.	157,42. . .	186,38
1,512	de houille au puddlage, à	3,68. . .	5,56
791	——— à la machine.		2,91
	Briques réfr., terres, etc.		3,27
	Main-d'œuvre de fabrication.		18,01
	Huile, graisse, outils, machiniste.		5,32
	Prix de revient.		221,45

Le déchet du fin-métal au puddlage est de 15,6 pour 100, ce qui est encore considérable; l'auteur (pag. 118) assigne comme causes principales de l'élévation du prix de fabrication, une trop grande consommation de houille pour les machines; et dans l'opération elle-même, le temps perdu par les ouvriers, qui n'accélèrent pas suffisamment leurs mouvemens, etc.

M. P.-W. a fait faire trois expériences sur le puddlage du fin-métal (pag. 143 et 144); le déchet moyen ne s'est élevé qu'à 11,82 pour 100, il ne donne point les consommations en houille; mais la durée moyenne du puddlage a été de $1^h. 7'$, et celle du laminage de $10'. 20''$.

Les produits, consommations et prix de revient pour 1,000 kil. de fer n° 1, à Decazeville, sont établis pour l'avenir, ainsi qu'il suit (1) :

---

(1) Page 206. L'auteur suppose qu'il y aura toujours 15 fours à puddler en activité, et qui fabriqueront, par tournée de 12 heures, ensemble 18,750 kil. de fer n°. 1 : c'est 1,250 kil. par chaque fourneau, et un déchet de 13 $\frac{1}{2}$ pour cent.

kilog.		fr. c.	fr. c.
1,156	de fin-métal, à	92,11	106,48
1,512	de houille pr. le puddlage (1), à	3,00	4,53
327	——— les machines		1,58
33	briques réfract., huile, graisse, etc.		2,05
	Main-d'œuvre de fabrication		12,15
	Autre main-d'œuvre à la journée		2,35
	Outils, préparations de sable, etc.		0,95
	Prix de revient		130,09

On remarquera que ce prix de fabrication d'une tonne de fer puddlé est de beaucoup au-dessous de celui qui a été payé en 1831, et qui était de 224 fr. 45 c.; la différence est de 91 fr. 36 c.; cette réduction de près de moitié provient de la diminution présumée sur le prix de la fonte employée; de celle du déchet aux fineries, et enfin de quelques économies faites au puddlage (2); reste à savoir si les résultats de l'année 1833 confirmeront toutes ces prévisions.

§ III. *Fabrication du fer laminé une fois, dit fer n°. 2.*

Le fer puddlé est coupé à froid, assemblé par morceaux, chauffé dans les fourneaux dits *à réchauffer*, qui ne diffèrent de ceux à puddler que parce que la voûte est plus surbaissée et la grille plus grande, relativement à la sole. Le fer est ensuite passé sous les cylindres et, comme on dit, *corroyé* par cette opération que l'on désigne

(1) Cette quantité est évidemment trop forte; «on doit »arriver à ne consommer que 1,000 kil. au plus par tonne.» (AUT.)

(2) Ces observations s'appliquent à la fabrication des fers n°. 2 et n°. 3; nous ne les reproduirons pas à l'occasion de ces derniers.

simplement par l'expression de *premier laminage*, et qui produit le fer n°. 2.

Nous voyons (pag. 122) que le fer n°. 2, fabriqué en 1831, est revenu à 273 fr. 83 c. les 1,000 kil., en évaluant le fer puddlé à 221 fr. 45 c. la tonne; le déchet, dans ce premier laminage, étant de 11 pour 100.

La consommation de la houille pour le fourneau a été de 925 kil., et celle pour les machines de 912 kil., toujours pour obtenir 1,000 kil. de fer n°. 2.

M. P.-W. a reconnu, dans les expériences qu'il a fait faire, et comme résultats moyens (pag. 148), que

Le déchet, au chauffage, était de. . .	10,45 p. 100.
La durée des chaudes.	1 h. 8 m.
La durée du laminage.	0 h. 11 m.

pour une opération faite sur 283 kil. environ de fer puddlé, coupé en morceaux, et ceux-ci réunis par tas, dits *paquets*; la charge est, terme moyen, de 240 à 250 kil.

Voici comment l'auteur établit le *prix de revient* de cette espèce de fer n°. 2, à l'avenir (1), et pour la tonne de 1,000 kil.

kil.		fr. c.		fr. c.
1,123	fer n°. 1, à.	130,09	la tonne.	146,09
810	houille pour chauffer, à	3,00	———	2,43
387	——— pour machines.			1,16
15	briques réfractaires.			0,48
	Main-d'œuvre.			7,26
	Autres frais, outils, graisse, etc.			2,35
			Prix de revient. . . .	159,77

(1) Le déchet étant supposé de 11 pour 100 sur le fer n°. 1 employé, et la fabrication étant de 16,750 kil. par tournée de 12 heures.

Le prix réel de fabrication, en 1831, a été de 273 fr. 83 c.; différence *en moins*, 114 fr. 06 c., ce qui est énorme.

§ IV. *Fabrication de fer laminé* (1) *deux fois, dit fer* n°. 3.

Le fer n°. 2 ayant été coupé en morceaux, réchauffé et laminé de nouveau, produit le fer n°. 3, dont le prix de revient, en 1831, a été évalué, par approximation, à 318 fr. 99 c. la tonne, (pag. 125), le fer n°. 1 étant compté à 221 fr. 45 c., le déchet estimé de 6,9 pour 100, et les consommations en houille, par tonne de fer fabriqué, comme dans le travail précédent.

La charge du four à réchauffer est variable selon les dimensions des barres à fabriquer, d'où résulte le nombre et le poids des paquets que l'on peut placer sur la sole; mais pour des fers d'échantillons moyens ou gros, elle est de 220 kil. à 260 kil.

M. P.-W. a fait faire des expériences comme pour les autres fabrications, et a constaté comme résultats moyens (pag. 152), que

Le déchet, au réchauffage, était de	7,16 p. 100.
La durée des chaudes, de	58 m.
La durée du laminage, de	12 m.

Enfin, il établit les produits, consommations et prix de revient pour l'avenir (pag. 208), comme on va le voir, et suppose une fabrication de 15,500 kil. de fer n°. 3, par tournée de 12 heures, et un déchet de 9 ½ pour 100, sur le fer n°. 2.

(1) Et corroyé; par conséquent corroyé et réchauffé deux fois

Pour obtenir 1,000 kil. de fer n°. 3 :

kilog.		fr. c.		fr. c.
1,105	de fer n° 2, à.	159,77	la tonne.	176,55
810	de houille p^r. chauffer, à	3,00	———	2,43
387	——— pour la machine. . . .		———	1,16
15	briques réfractaires, à 32 fr. le mille. . .			0,48
	Main-d'œuvre.			8,18
	Divers frais, outils, graisse, etc.			2,98
			Prix de revient. . . .	191,78

Différence *en moins*, sur le prix payé en 1831, 236 fr. par tonne.

Nous terminerons la partie de cet extrait, qui est relative aux diverses opérations de la fabrication du fer, par l'exposé de diverses considérations générales, dues, pour la plupart, à M. Pillet-Will.

IIIe. PARTIE.

OBSERVATIONS SUR DIVERS RÉSULTATS DE LA FABRICATION DU FER, A DECAZEVILLE.

§ I. *Sur les consommations en combustible.*

1°. M. Pillet-Will a présenté le *tableau suivant de la consommation de la houille en* 1831, *pour obtenir* 1,000 *kil. de fer n°* 3.

Nota. Les déchets qui ont lieu dans les opérations successives sont évaluées en nombres ronds, et sur 100 kil. du métal soumis à chacune d'elles, savoir :

A l'affinage des anciennes fontes.	25 kil.
Au puddlage du fin-métal.	15
Au 1er. laminage du fer puddlé (n°. 1). .	11
Au 2e. laminage, sur le fer n°. 2.	9 ½

Suivons maintenant les consommations de la houille, dans les diverses fabrications, à partir du minerai cru ou brut.

	Houille consommée.
1°. Fabrication de la fonte de forge.	
Il faut 2,820 kil. de houille pour avoir 1,000 kil. de coke, et 3,083 kil. de coke pour fabriquer 1,000 kil. de fonte; c'est en houille.	kil. 8,694
Plus, pour les machines soufflantes.	1,030
Ensuite, pour obtenir 1,000 kil. de minerai grillé, on en brûle 107 kil. $\frac{1}{3}$; donc pour 2,224 kil. de mine grillée employée à produire 1,000 kil. de fonte.	236
On consomme donc, pour produire une tonne de fonte.	9,960
C'est environ 10 parties de houille pour une de fonte obtenue.	
2°. Affinage de la fonte, ou fabrication du fin-métal.	
1,000 kil. de fonte ne rendent que 750 kil. de fin-métal; il a donc fallu, pour obtenir la fonte nécessaire à la production d'une tonne de fin-métal.	13,280
De plus, on a consommé, pour la préparation de celui-ci, 932 kil. de coke qui représentent en houille.	2,628
Plus, pour les machines soufflantes.	344
Total.	16,252
C'est le total de la houille consommée pour obtenir 1,000 kil. de fin-métal.	
3°. Puddlage.	
Le fin métal perdant 15 pour 100 au puddlage, les 1,000 kil. n'ont rendu que 850 kil. de fer puddlé; il a donc fallu, pour la production du fin-métal nécessaire à la fabrication de 1,000 kil. de ce fer, consommer en houille.	19,120
Plus, au puddlage.	1,512
Plus, aux machines.	0,791
Par tonne (1,000 kil.) de fer puddlé. . .	21,423

	Houille consommée.
4°. *Premier laminage; fer n°. 2.*	
Le fer puddlé ayant perdu 11 pour 100 au premier chauffage, les 1,000 kil. n'ont rendu que 890 kil. de fer n°. 2; il a donc fallu, pour préparer le fer n°. 1 nécessaire à la fabrication de 1,000 kil. de fer n°. 2, consommer.	kil. 24,071
Plus, aux chaufferies.	0,925
Plus, pour les machines.	0,912
Par tonne de fer n°. 2. . . houille. . . .	25,908
5°. *Second laminage; fer n°.* 3.	
Le fer n°. 2 ayant perdu 9 ½ pour 100 au second chauffage, 1,000 kil. n'ont rendu que 905 kil. en fer n°. 3; il a donc fallu, pour obtenir le fer n°. 2 nécessaire à la fabrication de 1,000 kil. de fer n°. 3, consommer en houille.	kil. 28,627
Plus, aux chaufferies.	0,925
Plus, pour les machines soufflantes.	0,912
Consommation totale par tonne (1,000 kil.) de fer n°. 3.	30,464

« Soit, en nombre rond, 30 tonnes de houille pour une tonne de fer n°. 3, sans y comprendre celle qui est fournie aux ouvriers pour leur consommation personnelle. »

Puisque nous en sommes sur la consommation de la houille, voyons quelle sera celle qui aura lieu dans une année, en supposant que l'on fabrique 8,000 tonnes de fer n°. 3, et indépendamment du combustible brûlé dans la fonderie pour moulage, etc., etc.

1°. Si l'on part du résultat de la fabrication du fer n°. 3, en 1831, qui a donné lieu à une consommation de trente parties de houille pour une de métal, on trouve que la production de

huit mille tonnes de ce même fer, exigera 240,000 tonnes de houille.

Enfin, si l'on suppose que, dans l'intérieur de la terre, ce combustible y occupe un espace (ou volume) tel que 1 mèt. cube pèse après son extraction, et lorsque la matière est réduite en morceaux, 13 quint. mètr., 55, on trouvera que l'extraction de la houille consommée donnera lieu annuellement à une excavation ou vide (seulement pour le combustible supposé pur) de 177,777 mèt. cubes; on remarquera combien les déblais, les longueurs de galeries, les tailles d'exploitation, etc., devront être considérables pour assurer un tel approvisionnement.

D'après les données que M. P.-W. admet pour l'avenir, la consommation en houille, pour fabriquer une partie de fer n°. 3 (1), ne serait plus que d'environ vingt parties, ce qui réduirait de un tiers la quantité de houille à extraire annuellement; mais la fabrication de 8,000 tonnes de fer n°. 3 exigerait encore une extraction de 160,000 quint. mètr., ou près de 190,000 hectolitres de houille.

2°. Evaluation des consommations en houille, qui seront faites pour fabriquer 8,000 tonnes de fer n°. 3, à Decazeville, en 1833 et années suivantes.

En admettant, pour les déchets (2) qu'éprouvent la fonte et les autres produits, dans les opérations successives qui les transforment en fer

(1) Ainsi qu'on le verra tout à l'heure. (A. G.)

(2) Tableau, page 189. Ces déchets sont : 14 $\frac{1}{5}$ pour 100 sur la fonte convertie en fin-métal, 13 $\frac{1}{5}$ pour le fin-métal soumis au puddlage, 11 pour le fer n°. 2, et 9 $\frac{4}{5}$ pour arriver au fer n°. 3.

forgeable de bonne qualité, et ensuite pour les quantités de houille brûlées dans chacune d'elles, les nombres auxquels s'est arrêté M. P.-W. lorsqu'il a voulu calculer les prix de revient des diverses espèces de fer qui seront fabriquées à Decazeville, nous pouvons évaluer : 1°. les quantités de fonte de fin-métal, etc., qu'il faudra employer successivement pour avoir 1,000 kil. de fer n°. 3; et 2°. les quantités de houille qui seront consommées pour obtenir chacune des substances précédentes, on en voit le résultat dans le tableau suivant :

NOMS DES DIVERS PRODUITS OU MÉTAUX.	QUANTITÉ de métaux nécessaires pour obtenir 1,000 k., de fer n°. 3.	HOUILLE CONSOMMÉE dans la fabrication des quantités de métal ci-contre.
Fonte de forge . . .	1,678 kos.	12,081 kos.,(1).
Fin-métal	1,435	3,013
Fer n°. 1	1,241	2,382
Fer n°. 2	1,105	1,322
Fer n°. 3	1,000	1,197
		19,995 kil.

Si l'on voulait partir des résultats des expériences faites sous les yeux de M. P.-W., et qui

(1) En Ecosse, où la houille ne rend pas plus de 40 pour 100 de coke, on n'évalue la consommation de houille pour obtenir un partie de fonte qu'à 6 parties $\frac{3}{4}$; dans le Staffordshire, qu'à 5 parties; et enfin, dans le pays de Galles, où la houille produit de 75 à 80 pour 100 de coke, cette même consommation n'est évaluée qu'à 3 $\frac{1}{3}$. Il faut croire que la nature de la houille, et par suite du coke, dans le dép. de l'Aveyron est telle que ce dernier ne peut porter beaucoup de minerai (A. G.).

sont encore plus favorables, mais sur lesquels l'auteur n'a pas cru devoir appuyer ses calculs de prévision pour l'avenir, on trouverait une moindre perte sur la fonte, puisque 1,503 kil. de celle-ci suffiraient pour fabriquer 1,000 kil. de fer n°. 3, ce qui se rapproche beaucoup de ce qu'on observe dans les autres forges; le déchet total n'étant alors que d'environ 33 pour 100 sur la fonte.

Mais la consommation en houille reste toujours très-considérable, et hors de proportion avec celle qui a lieu ailleurs; elle serait encore d'environ dix-huit parties pour une de fer fabriqué.

Dans le pays de Galles (en Angleterre), où la production du fer a lieu, il est vrai, avec une grande économie, et où la houille fournit beaucoup de coke, on ne compte que de huit à neuf parties de houille consommée pour une de fer obtenu; ce fer n'est corroyé (laminé) qu'une seule fois, c'est le fer n°. 2 de l'Aveyron, mais sans doute de meilleure qualité que celui-ci puisqu'il est reçu dans le commerce.

Nous trouverons un autre terme de comparaison dans les forges de Terre-Noire, près de Saint-Etienne; on y affine des fontes produites par les hauts-fourneaux de La Voulte (Ardèche), et avec des cokes fabriqués à Rive-de-Gier. Il résulte des calculs faits par M. Walter, qui a dirigé ces usines pendant plusieurs années et jusqu'en 1827, que la consommation totale de la houille, tant pour produire la fonte que pour lui faire subir les diverses transformations qui l'amènent à l'état de fer marchand corroyé une fois, ne s'élève pas à plus de douze parties pour une de ce même fer.

Si l'on voulait découvrir les causes de la grande consommation en combustible qui a lieu à Decazeville (presque double de celle qu'on observe ailleurs), et en déduire les moyens de la diminuer, il faudrait étudier avec soin la nature de la houille, la composition des minerais, et la marche des hauts-fourneaux, afin d'améliorer la qualité des fontes; car il est visible, d'abord, que la plus grande consommation de houille a lieu dans la fabrication de la fonte; et, ensuite, que c'est en raison de la mauvaise qualité de celle-ci que les déchets sont fort considérables dans les diverses préparations auxquelles on la soumet.

L'ouvrage de M. P.-W., qui, du reste, n'est point un ouvrage spécialement relatif à l'art métallurgique, laisse beaucoup à désirer sous ces divers rapports; la fabrication du coke, la nature des mélanges de minerais, la composition des charges passées au haut-fourneau,.... rien de tout cela n'a été l'objet d'un examen sérieux et détaillé. Faute de renseignemens suffisans, nous nous contenterons de présenter quelques observations.

1°. La houille employée à faire le coke n'est point collante, et cependant elle perd beaucoup par la carbonisation; de plus le coke qu'elle produit est friable; de là des déchets de toute espèce, et le rendement moyen réduit à environ 36 pour 100 de houille; on espère toutefois porter le produit moyen à 40 ou 42. On conçoit tout de suite quelle influence cette faible production de la houille exerce, et sur la consommation totale de ce combustible, toutes les fois que l'on se sert de coke pour une opération, et sur le prix de revient des produits, où la valeur de cette houille ou du

coke figure toujours comme élément important. On sait d'ailleurs que, dans le département de la Loire, les houilles rendent au moins 50, et souvent 55 pour 100 en coke.

2°. La fonte de forge exigeant pour être produite 2,88 parties de coke pour une de métal, c'est encore une consommation sensiblement plus forte que celle qui a lieu dans la plupart des hauts-fourneaux ; en Angleterre, elle n'est souvent que de 1 $\frac{1}{2}$, et ailleurs, au plus de 2 parties. Toutefois, cette consommation de près de 3 parties de coke pour une de fonte produite peut tenir à la nature des cokes employés, mais peut-être aussi à la conduite des fourneaux, à la compression de l'air projeté par les machines soufflantes, etc.

3°. Le déchet notable qu'éprouve la fonte à la finerie tient principalement à la nature de cette fonte, puis à celle du coke ; enfin la consommation en coke est aussi plus considérable que dans les autres forges : ainsi, en Angleterre, le déchet de la fonte aux fineries est évalué à 10 ou 11 sur 100, et la consommation en coke, évaluée en houille, à 1 partie pour une de fonte affinée ; à Terre-Noire, près de Saint-Etienne, et au Creusot, il est de 12 pour 100, et le poids de la houille consommée en coke, ou pour la soufflerie, est égal au poids du fin-métal obtenu.

4°. Le déchet au puddlage et au corroyage est également plus fort à Decazeville qu'ailleurs ; en Angleterre (Staffordshire), elle est de 9 pour 100, au lieu de 13 $\frac{1}{2}$; etc.

5°. Enfin la nécessité où l'on paraît être de corroyer deux fois le fer pour le livrer au commerce avec une certaine qualité, ce qui fait une façon de plus qu'on n'en donne ailleurs aux fers

ordinaires anglais et français, augmente les consommations, le déchet, et surtout le prix de fabrication du fer marchand (1).

§ II. *Sur les fours à puddler nécessaires à la fabrication de* 8,000 *tonnes de fer.*

« Les bons ouvriers puddleurs, à Decazeville, font huit chaudes de 187 kil. fin-métal, à la masse (système gallois), par tournée de 12 h. : chaque chaude, divisée, au four à puddler, en cinq *boules*, et calculée d'après les plus forts déchets, doit rendre environ 162 kil. en fer n°. 1 ; c'est 1,296 kil. en 12 h., et 2,592 kil. en 24 h. »

Les huit chaudes en 12 h. supposent 1 h. $\frac{1}{2}$ pour chacune ; ce qui est suffisant, puisque la durée moyenne du puddlage est de 1 h. 7 m. (2).

On a calculé qu'il fallait 38,204 kil. de fer n°. 1, produit en 24 h., pour atteindre à la fabrication annuelle de 8,000 tonnes ; il faudra donc 15 fours à puddler en activité constante pour obtenir ce produit. L'auteur pense que 14 fours pourraient peut-être suffire, si les déchets venaient à diminuer.

M. P.-W. examine ensuite si le *laminoir*

---

(1) Si l'on se borne à considérer la conversion de la fonte en fer marchand, on voit qu'à Decazeville il faut employer 1,678 kil. de fonte pour avoir 1,000 kil. de fer n°. 3; et en 1831, on en a consommé plus de 1,800 kil.

Au Creusot, on ne porte la fonte employée pour produire 1,000 kil. de fer de la meilleure qualité (celui qui est, comme on dit, *ballé* et corroyé) qu'à 1,596 kil., et à 1,500 pour le fer seulement corroyé une fois. Dans le Staffordshire, il suffit de 1,346 kil. pour obtenir 1,000 kil. de fer corroyé une fois. (A. G.)

(2) Page 143.

dégrossisseur pourra suffire à 15 fours à puddler. A huit chaudes par 12 h., ces fourneaux en feront 240 en 24 h. : ainsi la durée du passage de chaque chaude au laminoir se trouve exactement limitée à 6 minutes (1).

Cela peut très-bien avoir lieu, selon l'auteur, si l'on empêche qu'il y ait aucun retard par des accidens; car, dit-il, dans le pays de Galles, un seul laminoir dégrossit le produit de vingt fours.

§ III. *Sur les quantités de fonte, de fin-métal, de fer n°. 1 et de fer n°. 2, nécessaires pour arriver à fabriquer* 8,000 *tonnes de fer n°* 3.

Nous voyons que pour arriver à fabriquer annuellement 8,000 tonnes de fer n°. 3, il faut :

	1°.	13,429	tonnes de fonte de fer. . . .
qui produiront :	2°.	11,482	—— de fin-métal. . . . .
————	3°.	9,932	—— de fer n°. 1. . . . .
————	4°.	8,839	—— de fer n°. 2. . . . .
————	5°.	8,000	—— de fer n°. 3.

Pour une production journalière (24 h.), correspondante à 8,000 tonnes de fer n°. 3 par année, et supposant 260 jours de travail, il faut avoir chaque jour à sa disposition :

	1°.	51,658 kil.	de fonte. . . . .
qui produiront :	2°.	44,165 —	de fin-métal. . . . .
————	3°.	38,204 —	de fer n°. 1. . . . . . .
————	4°.	34,000 —	de fer n°. 2. . . . .
————	5°.	30,769 —	de fer n°. 3.

(1) Page 189.

§ IV. *Sur la qualité de fer fabriqué à Decazeville.*

« . . . On peut admettre, dit M. P.-W. (1), comme des faits incontestables, que le fer de Decazeville, particulièrement celui qui provient des nouvelles fontes, est, au moyen d'un second corroyage, d'une très-bonne qualité; que lorsque les ouvriers qui le travaillent auront acquis plus d'habileté et d'expérience, il sera meilleur encore, etc. »

Les expériences ou épreuves que l'auteur de l'*Examen* a fait faire pour constater la qualité du fer n°. 3, et dont il a consigné les résultats aux pages 156 et 157, paraissent bien concluantes.

Nous renvoyons à l'ouvrage de M. P.-W. pour divers objets qui ne sont point sans importance, mais dont l'exposé nous mènerait trop loin. Les uns sont encore relatifs à la minéralurgie; tels sont *la fonderie* (le moulage) (2), *la briqueterie* (3). D'autres se rattachent davantage à l'administration; comme l'établissement *des magasins*, *les ateliers auxiliaires*, *la boulangerie*. Enfin les derniers chapitres (VIIIe. et IXe.) sont consacrés, l'un à l'examen des moyens de communication des entrepôts à établir, etc.; l'autre, à la comptabilité.

---

(1) Page 153 de l'*Examen*, etc.
(2) Page 225.
(3) Page 207.

DÉTAILS DE SONDAGE;

(*Planche IV, fi.* 1, 2 ...... 11, 12.)

Par M. FANTET, ancien élève externe de l'Ecole des mines.

Les renseignemens nombreux qui m'ont été demandés depuis quelques années sur les sondages que j'ai exécutés pour des recherches de mines en diverses localités, m'ont déterminé à publier dans les Annales une série d'articles sur les résultats économiques auxquels je suis parvenu.

J'ai pensé que cette publication serait de quelqu'intérêt pour les personnes qui désirent monter économiquement en province des ateliers de sondage, sans avoir recours à des compagnies étrangères ; je dis économiquement, car les tarifs publiés jusqu'à ce jour dans différens prospectus sont si élevés, qu'ils ont ôté toute envie aux industriels de procéder aux recherches de mines par le moyen du sondage.

Une expérience qui résulte de plus de deux cents trous de sonde percés sous mes yeux, tant dans la vallée de la Seine que dans les départemens de Saône-et-Loire et de la Manche, m'ayant démontré l'inutilité d'un grand nombre d'outils dont les constructeurs composent ordinairement un équipage de sonde, j'ai cherché autant que possible à simplifier leurs formes, et à éliminer tous ceux dont les propriétés se confondent.

Les détails que je donne sur la fabrication des outils seront suffisans, je pense, pour permettre à un forgeron un peu adroit de confectionner sur

les lieux mêmes tout l'appareil d'une sonde, sans être obligé de s'adresser à Paris, où la main-d'œuvre est fort chère; et à part la beauté et le poli d'une tarière ou d'un ciseau, on aura toujours des instrumens qui rempliront toutes les conditions de solidité nécessaires pour résister aux chocs et aux efforts divers auxquels ils sont soumis dans le sein de la terre.

Diverses parties d'une sonde. Une sonde se compose ordinairement de trois parties principales, assemblées entre elles, et susceptibles de se désassembler aisément; savoir :

1°. La tête de sonde à laquelle la force motrice est appliquée, pour tourner ou pour faire danser l'instrument;

2°. Les tiges ou la partie intermédiaire de la sonde;

3°. Les outils qui sont en contact avec le terrain à traverser;

Enfin les outils accessoires qui sont indispensables à un atelier de sondage.

Je passerai d'abord en revue ces diverses parties avant de parler des moyens mécaniques employés pour faire agir la sonde, et je terminerai par quelques détails intéressans sur le prix de la main-d'œuvre et sur le temps employé au forage dans des roches de dureté différente.

PREMIÈRE PARTIE.

1°. TÊTES DE SONDE.

Les modèles de têtes de sonde que j'ai adoptés en dernier lieu sont représentés *Pl.* IV, *fig.* 1, 2 et 3. Elles sont disposées de manière à recevoir deux leviers à angle droit; l'ouverture de l'œil a

$0^m,10$ environ, avec une largeur pareille dans le sens du levier.

Il est préférable que les deux ouvertures soient immédiatement l'une au-dessous de l'autre (*fig.* 1 et 3), parce que l'on gagne par cette disposition dans la manœuvre toute la partie comprise entre les deux anneaux, en évitant le vissage d'une petite tige.

Ces pièces sont ordinairement terminées par un anneau tournant, auquel on attache le câble de la machine. La *fig.* 1 présente la meilleure manière de fixer cet anneau. Un écrou vissé sur le prolongement supérieur de la tête laisse à l'anse ou anneau la faculté de tourner librement. L'anneau tournant, *fig.* 3, est plus incommode, parce qu'il détériore promptement les leviers.

Pour faire une pareille tête avec les dimensions indiquées, et de manière que l'épaisseur du fer sur le bord des *yeux* soit encore de $0^m,01$, l'ouvrage de forge terminé, il faut un morceau de fer carré de 2 pouces environ. On le fend à l'aide de la tranche dans deux sens perpendiculaires. On agrandit d'abord les yeux sur la bigorne de l'enclume; ensuite on les achève au moyen d'un mandrin de calibre. L'emboîtage qui sert à lier la tête de sonde à la partie intermédiaire (aux tiges) se soude après sans aucune difficulté. Le poids total, y compris l'emboîtage, varie de 16 à 18 kil. La hauteur totale, non compris l'anneau tournant, n'excède pas $0^m,80$.

A Paris, le prix d'une pareille tête varie de 40 à 50 fr. sur lieux.

	fr.
Fer employé, 18 kil. à $0^{fr.},70$. . . .	12,60
Main d'œuvre.	8,00
Charbon et limes.	4,00
Total.	24,60

2°. PARTIE INTERMÉDIAIRE, OU TIGES DE SONDE.

Les tiges de sonde peuvent être cylindriques, à huit pans, ou carrées. Quand elles sont cylindriques, elles offrent un peu au-dessous de l'emboîtage une partie carrée pour recevoir la clef destinée à assembler.

La forme carrée est préférable à toutes les autres, parce que dans la remonte ou la descente des instrumens, s'il survient quelqu'embarras dans le trou, on peut appliquer, à quelque hauteur que ce soit, une clef en fer pour tourner et détourner les tiges, avantage qui n'a pas lieu avec la forme cylindrique. On est obligé dans ce cas de faire usage d'un levier avec une vis de pression, et il y a toujours perte de temps.

Généralement la force des tiges est dépendante de la profondeur à laquelle on veut atteindre, et du diamètre des outils que l'on emploie. Pour de petits sondages propres à explorer la surface, les tiges de sonde ne doivent avoir que $0^m,025$ carré avec des outils de deux pouces.

Pour une profondeur de 20 à 50 mèt., on leur donnera $0^m,030$, ou 13 lig. environ, avec des outils de 2 pouces $\frac{1}{2}$, 3 et 4 pouces de diamètre.

Pour une profondeur variant de 100 à 150 m., des tiges de $0^m,035$ ou 15 lig. *fort* suffisent.

Enfin, si l'on fait usage d'instrumens à gros diamètre comme ceux du fontenier, on donne aux barres jusqu'à $0^m,042$, et même $0^m,045$ carrés.

Le poids énorme qui en résulte pour la sonde est d'un grand avantage dans l'approfondissement d'un trou, lorsqu'on a à sa disposition les moyens mécaniques suffisans pour la remonter.

La longueur des tiges se détermine ordinaire-

ment d'après la hauteur des chèvres que l'on emploie; ainsi pour une chèvre de 30 à 32 pieds, on s'arrange de manière à retirer 28 à 30 pieds de tiges, et sur cette longueur il y a un emboîtage, ce qui fixe la longueur d'une tige à 15 pieds.

Pour une chèvre de 48 à 50 pieds, on retire 45 pieds de tiges à la fois, et on compte deux emboîtages, ce qui forme la même longueur de 15 pieds.

Dans les petits sondages on ne donne guère que 3 à 4 mètres de longueur aux grandes barres; quelle que soit la longueur arrêtée pour les grandes barres, on est encore obligé d'avoir des fractions de ces tiges pour la commodité du travail; ainsi pour des barres de 15 pieds, on aura la série suivante :

1° Une de 7 à 8 pieds; 2° une de 5 pieds; 3° une de 3 à 4 pieds; 4° une de 1 pied $\frac{1}{2}$ à 2 pieds.

Lorsque toutes les fractions de tiges sont enfoncées dans le terrain, on les remplace par une tige unique, et ainsi de suite.

Par raison d'économie, on pourrait chercher à diminuer le nombre des emboîtages de manière à avoir des tiges de 25 à 30 pieds; je dois faire observer ici que cette mesure ne serait jamais prise qu'au détriment de la solidité de la sonde; sans les emboîtages nombreux que l'on observe le long d'une sonde, on verrait bientôt les barres se gauchir et se tordre comme une corde (1).

Du reste, la sonde et principalement les barres

---

(1) La plus grande longueur que l'on doit chercher à donner aux barres ne doit pas excéder 18 pieds pour des grands sondages, dans lesquels on emploie du fer carré de $0^{m},042$ à $0^{m},045$.

nombreuses qui la composent, étant exposées à des chocs et des ébranlemens continuels, il est absolument nécessaire de les composer de très bon fer qui ne soit ni pailleux ni cassant à froid. Dans tous les sondages que j'ai faits, je me suis constamment servi, pour mes barres, de fer martinet.

Avant de s'en servir, on les passera au feu dans toute leur longueur, et on les dressera à coups de marteau, de manière qu'assemblées entre elles, elles conservent une direction parfaite.

Lorsque les emboîtages seront soudés après, on aura soin d'alterner toutes les pièces entre elles et avec les outils, ou mieux encore, de les suspendre au crochet de la chèvre pour observer celles qui biaisent. On ne saurait faire trop attention à toutes ces minuties pour conserver la verticalité du trou et pour éviter les frottemens considérables qui résulteraient dans la manœuvre d'un trou oblique : inconvénient qui forcerait bientôt à suspendre le travail.

Différens modes d'assemblage. Pour ajouter les tiges les unes au bout des autres, on a eu recours jusqu'à présent à divers emboîtages plus ou moins ingénieux, mais qui offrent dans leur emploi plusieurs inconvéniens qu'il est bon de signaler ici.

En général, pour que les emboîtages remplissent toutes les conditions désirables, il faut :

1° Qu'ils soient en harmonie avec la force des tiges et le diamètre des outils;

2° Qu'ils présentent la plus grande solidité sans cependant être compliqués au point de ralentir la manœuvre;

3° Qu'ils soient peu coûteux.

C'est sous ces différens points de vue que je vais les considérer.

Assemblage à enfourchemens. Ces assemblages, représentés *fig.* 4 et 5, peuvent être à deux ou trois boulons, suivant la profondeur à laquelle on veut atteindre. Pour des tiges carrées de 0^m,025, on donne ordinairement à la fourche 0^m,034 à 0^m,035 de largeur sur 0^m,11 de longueur. Pour des tiges de 0^m,032 à 0^m,035, la fourche a 0^m,040 à 0^m,045 de largeur sur 0^m,13 à 14 de longueur. Enfin pour des tiges de 0^m,035 à 0^m,040, à 3 boulons, la fourche a 0^m,045 à 0^m,050 de largeur sur 0,22 de longueur (1).

Il est nécessaire que les boulons soient composés de très-bon fer à maréchal et taraudés à leur extrémité pour recevoir un écrou. Ordinairement on alterne le côté de la tête des vis, parce que dans la manœuvre deux ouvriers sont occupés, chacun de son côté, à serrer les écrous.

Quelquefois on supprime les écrous dans les petits sondages, alors on taraude un des côtés de la fourche et on raccourcit le boulon.

Lorsqu'une sonde à enfourchement a servi pendant quelque temps, on remarque une foule de changemens survenus dans les assemblages : la plupart des fourches se trouvent gauchies par suite du mouvement de rotation de la sonde, surtout quand elle est engagée; d'autres se sont élargies par l'effet des petits graviers et de la boue qui se glissent dans les joints; enfin les trous des boulons ont considérablement augmenté; et de cylindriques qu'ils étaient ils sont devenus elliptiques.

On conçoit en effet que tout le poids de la

(1) Voyez l'ouvrage de M. Garnier, pour les détails des fourches à 3 boulons.

sonde, agissant continuellement sur deux boulons, les tiraillemens et les chocs continuels auxquels elle est assujettie puissent occasioner l'agrandissement des trous et par suite la rupture des boulons. On a beau remédier à cet inconvénient en taraudant les trous et en substituant des boulons plus forts, on retombe toujours dans le même inconvénient. Souvent encore, par suite du mouvement de va-et-vient de la sonde, les écrous se dévissent et tombent au fond du trou; alors on en est averti par le bruit de la sonde qui retombe sur du fer; et si on ne parvient pas à les ramener au jour avec la tarière, on est forcé de les broyer avec des ciseaux, ce qui ne se fait pas sans une grande perte de temps.

Pour diminuer un peu les chances du dévissage des écrous, j'avais adopté pour ceux-ci la forme d'une calotte sphérique, comme pour les boulons, avec deux entailles de chaque côté pour recevoir la clé, *fig.* 5. Mais malgré toutes ces précautions, il m'est arrivé tant d'accidens de ce genre dans les nombreux sondages que j'ai faits, que j'ai fini par renoncer entièrement à ce mode d'assemblage.

Le prix d'un enfourchement *mâle et femelle*, garni de deux boulons avec écrous, est à Paris de 23 à 25 fr., ce qui est beaucoup trop cher.

Assemblage à mandrins, *fig.* 6 et 7. J'ai fait pour la première fois usage de cet assemblage dans les sondages du canal maritime dont la direction m'avait été confiée.

L'inconvénient que j'ai déjà signalé en parlant des fourches avait donné à mon forgeron l'idée de substituer une boîte au lieu de cette fourche et d'y introduire également un *mâle* ou *mandrin*, d'où lui vient son nom.

Ce nouveau mode d'assemblage possède tous les avantages des enfourchemens sans en avoir en partie les inconvéniens, et d'abord il n'a pas celui de la malpropreté qui se glisse entre les fourches et les altère; en second lieu, sa solidité est incomparablement plus grande et il coûte moins cher.

Mais de même qu'avec l'assemblage à enfourchement on ne peut éviter l'effet des secousses et des tiraillemens qui agrandissent les trous des boulons, c'est un inconvénient commun à tous les emboitages de ce genre.

Dans les petites recherches de 15 à 28 mèt. de profondeur, comme celles que je faisais pour le canal, un seul boulon maintenait l'assemblage; mais si on voulait se servir de ce mode à de plus grandes profondeurs, il serait convenable d'en employer deux et même trois.

On peut voir, *fig.* 6, les modèles pour des tiges de 12 lignes, et des outils de 2 pouces; et *fig.* 7 celui employé avec des tiges de 16 lignes et des outils de 3 pouces.

Lorqu'on forge une pareille boite, on convertit d'abord un morceau de fer plat en cylindre, dont on soude bien les bords après avoir donné au fer l'épaisseur requise. Ensuite on soude l'extrémité de ce cylindre à un ringard, et on introduit dans le vide intérieur un moule ou *mandrin* en acier, sur lequel on façonne la boite. A chaque chaude que l'on donne, on introduit un nouveau mandrin d'un calibre moindre; enfin, après le troisième, qui a ordinairement les dimensions voulues, le travail de forge est terminé. Les *mâles* ou *mandrins* se font du reste très-aisément sur une clouière.

On donne ordinairement aux mandrins 1 ou 2 millimètres de jeu à l'entrée ; mais ils reposent exactement au fond et sur les bords de la boite. Les trous doivent être percés à froid et traverser le *mâle et la femelle* premièrement ajustés. S'ils étaient percés séparément, il pourrait arriver que les trous ne fussent pas en regard.

Le fer des boulons doit être, comme pour les fourches, très-doux.

Un forgeron peut dans une journée forger trois boîtes, trois mandrins et six boulons. Un ajusteur peut ajuster toutes ces pièces dans un jour et demi ; de sorte qu'en supposant les prix suivans :

	f.	c.
Un jour d'un forgeron à 3 fr., ci.	3	00
Un jour et demi d'un ajusteur à 2 fr. 50 c.; ci.	3	75
Un jour d'un frappeur à 1 fr. 50 c., ci.	1	50
Fer employé, 22 kil. à 0fr.,70 le kil., ci.	15	40
Charbon et limes, maximum. . .	3	0
	26	65

Un pareil assemblage reviendrait à environ 9 ou 10 fr. en le faisant construire sous ses yeux.

Assemblage par tenon et mortaise (*fig.* 8). Cet assemblage est ordinairement recouvert d'un manchon glissant à frottement sur les deux parties. Il est peu usité dans les sondages.

Les deux tenons que l'on remarque remplissent les fonctions des boulons dans les assemblages précédens. Ils peuvent s'altérer promptement par l'effet de la boue et des graviers, et en outre on

est toujours dans la crainte de voir le manchon enlevé par le mouvement de va-et-vient de la sonde.

Assemblage à vis. Les vis dont on fait usage dans les sondages peuvent être à filets aigus ou filets carrés ; toutefois je donne la préférence aux premières, parce qu'elles sont d'une construction plus facile. Les filets carrés sont ordinairement faits au tour ; mais l'intérieur des boîtes ou *douilles* est mal taraudé. Il n'y a jamais que deux filets bien réguliers ; les autres ne sont qu'ébauchés. J'ai payé à Paris un assemblage à filets carrés 22 fr., avec les dimensions suivantes :

Diamètre des vis, $0^{m},034$; longueur, $0^{m},045$; embase, $0^{m},01$; et sur la longueur, six pas de vis.

Tout l'assemblage pesait environ 5 kil. $\frac{1}{2}$; de sorte que le prix seul de la main-d'œuvre montait à 18 fr., ce qui est énorme.

Les vis à filets aigus que j'ai fait forger sous mes yeux ont coûté moitié moins, quoiqu'avec beaucoup plus de main-d'œuvre. Le fer employé était du petit martinet mi-plat que je faisais replier quatre fois sur lui-même, et ensuite corroyer pour obtenir un fer très-nerveux. Les boîtes offrent moins de difficultés encore que celles des mandrins. Jamais un de ces assemblages n'a manqué ; quoiqu'ils aient été employés à des sondages multipliés pendant quatre ans, ils sont encore en bon état en ce moment.

Voici les dimensions que j'avais adoptées pour des tiges de 15 lignes et des outils de 3 pouces, *fig.* 9 ; longueur des vis 0,05 avec 8 pas de vis sur la longueur ; diamètre 0,034 ; embase 0,10 ; diamètre total 0,054.

Les vis dont on fait usage en Allemagne dans

les grands sondages, sont aussi à filets aigus; on leur donne environ 1 pouce $\frac{1}{2}$ de longueur sur 1 pouce $\frac{1}{4}$ de diamètre, lorsque les tiges ont elles-mêmes 1 pouce $\frac{1}{2}$; sur cette longueur de 1 pouce $\frac{1}{2}$, on compte au plus 6 à 7 pas de vis. La profondeur des douilles est également de 1 pouce $\frac{1}{2}$, de sorte que la vis repose exactement au fond et sur les bords de la douille. L'épaisseur du bord doit être au moins de $\frac{1}{2}$ pouce; ainsi le diamètre total d'une boite porte 1 pouce $\frac{3}{4}$. (*Selbmann.*)

Généralement la force des vis est dépendante de celle des tiges, et on doit leur donner le même diamètre; ainsi, pour une tige de 12 à 13 lignes, la vis aura 13 lignes; pour une de 14 à 15, la vis aura 15 lignes; ainsi de suite.

Le diamètre des emboîtages, soit à fourches, soit à vis, doit s'écarter autant que possible de celui des outils, pour éviter les frottemens dans la remonte de la sonde, et les chances de dégradations dans toute la longueur du trou.

Je ne saurais trop recommander la qualité du fer employé à faire les vis, parce que toujours le point de rupture est à la naissance du pas. En effet, c'est en ce point que l'effort de torsion se fait le plus sentir. Cet accident a lieu toutes les fois que l'instrument étant fortement engagé au fond du trou, on cherche à tourner et à forcer la sonde.

La rupture provient encore du mouvement de vibration dans lequel sont les tiges lorsqu'on bat sur un terrain dur. Le contre-coup fait détourner les tiges, aussi faut-il avoir soin de serrer les vis de temps à autre. On sait que lorsqu'une longue barre de fer reçoit un choc, le mouvement de vibration peut quelquefois la rompre en plusieurs

endroits, surtout si le fer est aigre. Ici la rupture doit nécessairement avoir lieu là où il y a solution de continuité, par conséquent à la naissance du pas de vis.

Autre assemblage à vis. Cet assemblage, employé quelquefois dans les petits sondages avec des tiges de 10 à 12 lignes, consiste dans une boite ou écrou de 4 pouces ½ de long taraudé de part en part pour recevoir de chaque côté la barre de fer également taraudée sur la longueur de cette boîte.

Ordinairement, dans un sondage, les boîtes ou *douilles* sont tournées vers le bas pour être vissées à la barre suivante arrêtée à l'entrée du trou de sonde. Selbmann prétend qu'il est plus convenable de placer les vis vers le bas, parce que, dit-il, cela donne de l'avantage pendant la manœuvre; jusqu'à présent je ne m'en suis pas aperçu; je crois au contraire que la position des douilles vers le bas garantit celles-ci de toute malpropreté qui pourrait s'y introduire pendant le dévissage des tiges.

Par ces dispositions, tous les outils de rechange sont porteurs de vis, ce qui est plus économique. Dans le cas que Selbmann suppose, la dernière des tiges de sonde doit être garnie d'une douille à chaque extrémité pour pouvoir conserver les vis aux outils.

Comparaison des divers modes d'assemblages entre eux. J'ai déjà établi une certaine comparaison entre les fourches et les mandrins. Il me reste à comparer aux vis ces deux modes d'assemblages que j'appellerai pour le moment *fixes et invariables*, parce qu'ils ont la faculté de tourner en tous sens.

Cette faculté de tourner dans un sens et dans

l'autre est sans contredit très-précieuse dans le cours d'un sondage, parce qu'il est rare qu'on ne soit point obligé de tourner les tiges en sens inverse pour débarrasser la sonde d'un obstacle qui la gêne dans la remonte ; mais elle n'est pas tellement importante qu'elle doive faire rejeter toujours l'emploi des vis.

Lorsqu'un pareil obstacle se présente avec une sonde à vis, on peut ordinairement le vaincre en faisant bander les câbles et en continuant à tourner dans le même sens. Comme d'ailleurs il faudrait tourner la sonde 8 fois sur elle-même avant d'opérer le désassemblage, on peut encore se permettre un mouvement rétrograde, pourvu qu'on ne dépasse pas cette limite. Le choc que reçoit la tête de sonde au moment où une tige se dévisse, avertit le maître sondeur de se tenir sur ses gardes, de sorte qu'il lui est fort aisé de ramener la sonde à sa position primitive lorsqu'il craint le désassemblage.

Un second avantage commun à tous les assemblages *fixes*, est de permettre l'emploi des instrumens hélicoïdes (comme trépans rubannés, tarières à trépan rubanné, etc., etc.) dans les terrains meubles, comme sables fins et mouvans, marnes, etc., sans courir le risque de trop engager l'instrument, qu'on peut toujours retirer dans le sens coutraire où il a pénétré.

Néanmoins, on pourrait bien encore adapter de pareils instrumens aux sondes à vis, en ayant soin de ne les laisser mordre que peu à peu en évitant de trop les engager. D'ailleurs, cette considération est de peu d'importance, parce que ces outils sont très rarement employés, et peuvent être remplacés par des tarières.

Economie du temps dans la manœuvre. Sous le rapport de l'économie de temps dans la manœuvre, c'est l'assemblage à vis qui l'emporte sur tous les autres ; on peut en juger par les exemples suivans :

La durée de l'assemblage d'une vis est de 15 secondes environ ; celle d'une fourche ou d'un mandrin à 2 boulons garni d'écrou est de 1 minute, et pour 3 boulons, de 1 minute $\frac{1}{2}$.

Dans les petits sondages, cette considération est de peu d'importance ; mais dans les grands sondages, bien que l'on emploie des moyens qui abrègent beaucoup la manœuvre, en permettant d'assembler de plus grandes longueurs de tiges, il en résulte une perte de temps notable.

En effet, pour une chèvre de 32 pieds et un trou de 300 pieds, on dévisse 10 fois ; d'où perte de temps, 15 min. au lieu de 2 min. $\frac{1}{2}$ pour les vis.

Pour une chèvre de 48 pieds de longueur et un trou de sonde de 300 pieds, il faudrait les assembler 7 fois ; par conséquent (en faisant usage de fourches) perdre 10 à 11 minutes pour le vissage seul, au lieu de 1 minute $\frac{3}{4}$, sans compter le temps employé à la remonte et à la descente.

Pour une chèvre de 60 pieds de hauteur, et un trou de 600 pieds, on perdrait 15 minutes en dévissant 10 fois, au lieu de 2 minutes $\frac{1}{2}$, sans compter celui employé à la remonte, qui va *crescendo* à mesure que l'on s'approfondit. Comme cette opération peut se renouveler souvent dans une journée, on ne saurait faire trop attention à ce résultat.

Résumé. En résumant les articles précédens, on voit qu'il y a un avantage immense à faire usage

de vis pour les assemblages des tiges de sonde. Par leur moyen, on a une série de barres parfaitement liées entr'elles, et non exposées aux secousses et aux tiraillemens dont j'ai déjà signalé les nombreux inconvéniens.

Enfin, la modicité des prix des emboîtages à vis, surtout à filets aigus, le peu de place qu'ils occupent dans un trou de sonde, et la rapidité qui résulte de leur emploi dans la manœuvre, sont autant de raisons qui doivent les faire préférer dans tous les cas.

Moyens de rendre fixes les assemblages à vis. Parmi les moyens employés pour rendre fixes les assemblages à vis, il en est trois que je pourrais citer.

Le premier consiste à faire traverser l'emboîtage, sur le milieu de sa longueur, par une autre petite vis perpendiculaire à l'axe (*fig.* 10).

Le deuxième consiste à rendre la surface extérieure de l'emboîtage hexagonale ou polygonale, et à faire glisser sur les deux parties un manchon en tôle forte, de 0^m, 004 à 0^m,005 d'épaisseur, qui tiendrait à frottement ou à l'aide d'un petit ressort.

Le troisième présente une rainure le long de l'emboîtage, destinée à recevoir une goupille parallèlement à l'axe. Le manchon, qui recouvre le tout, porte intérieurement une rainure pareille, de sorte que le dévissage est tout-à-fait impossible. (Voyez *fig.* 11.) Le manchon entrant à frottement, il suffirait d'un point d'arrêt, placé audessus de la tête de la goupille, pour empêcher celle-ci de tomber dans le trou pendant le battage.

Tous ces moyens offrent l'inconvénient de retar-

der beaucoup la manœuvre, parce qu'à la longue, lorsque les pièces ont pris un peu de jeu, les petits trous de la vis perpendiculaire (1er. cas) ne sont plus en regard, ou bien (2e. cas) le manchon ne glisse plus aussi librement sur les diverses faces de la douille; enfin (3e. cas) la goupille logée dans le manchon peut être rompue par un trop grand effort de torsion, et entraver la marche du sondage en tombant au fond du trou. Tout imparfait qu'il est, ce dernier système est encore le plus économique des trois, parce qu'il exige peu d'ajustage. La rainure longitudinale se fait à la lime, sur la surface de la douille et dans l'intérieur du manchon, sans aucune difficulté, en ayant soin de bien fermer et même forcer la boîte pour qu'elle ne prenne plus de jeu.

J'ai long-temps réfléchi aux moyens d'obtenir le meilleur assemblage fixe, et je me suis arrêté à celui que je vais décrire, parce qu'il me semble jusqu'à présent le plus simple et le moins sujet à inconvénient.

Le manchon, au lieu de glisser à frottement sur la surface de la douille, est taraudé intérieurement de manière à pouvoir se visser sur cette douille. A cet effet, on aura soin de faire la boîte assez forte pour recevoir les filets d'une vis intérieurement et extérieurement sans nuire à sa solidité (*fig.* 12).

Le sens du vissage du manchon doit être disposé contrairement à celui de l'emboîtage; de cette manière, les plus grands efforts de torsion exercés à la tête de la sonde, au lieu de disjoindre l'assemblage, tendraient à le resserrer de plus en plus.

Nota. Les filets extérieurs pourront être beau-

coup plus petits que ceux intérieurs ; et du reste, en les filtrant au tour, on aura soin de serrer très-fortement l'emboîtage, pour qu'à la longue les pas de vis correspondent autant que possible, lorsque les pièces auront pris du jeu.

Avec la disposition du manchon, on sera obligé d'arrêter les barres à l'entrée du trou de sonde au moyen d'une petite embase, soudée sur la tige à quelques pouces au-dessous du renflement. Le manchon est terminé par un collet , qui s'applique contre l'embase au moment du dévissage. Cette disposition a pour but de l'empêcher de glisser le long des tiges.

(*La suite aux numéros suivans.*)

ÉPUISEMENT DES EAUX

DE QUELQUES MINES DE HOUILLE

DE RIVE-DE-GIER.

Extrait d'un Rapport fait à MM. les président et juges du tribunal civil de Saint-Etienne (Loire), *sur l'examen et la vérification de travaux entrepris pour l'épuisement des eaux de quelques mines de* Rive de Gier, *et sur les moyens d'opérer cet épuisement* (1);

Par MM. COMBES, REYMOND et FABRE.

Exposé des motifs de ce rapport.

Les mines de houille du bassin de Rive-de-Gier fournissent presque seules, depuis long-temps, à la consommation de la ville de Lyon et de tout le littoral du Rhône jusqu'à Marseille. Leurs produits sont même transportés jusqu'à Montpellier et Toulouse, en concurrence avec ceux des mines plus rapprochées de ces places. Avec des débouchés aussi étendus, les exploitations de ce pays ont pris un développement très-rapide, à mesure que l'industrie se développait dans le rayon approvisionné par elles. Cependant le bassin houiller de Rive-de-Gier n'a qu'une très-petite étendue, les cou-

(1) Ce rapport est accompagné d'une carte des travaux souterrains des mines de Rive-de-Gier, dressée à l'échelle de $\frac{1}{5000}$. La planche IV de ce volume contient sur échelle moitié moindre tous les renseignemens nécessaires pour l'intelligence du présent extrait.

ches de houille exploitées, quoique puissantes, sont loin d'être inépuisables; aussi le gouvernement a-t-il senti, dès le principe, l'utilité de prescrire les mesures nécessaires pour la conservation et l'aménagement de richesses aussi précieuses. En 1814, M. Beaunier fut chargé de faire une étude approfondie du terrain houiller de l'arrondissement de Saint-Etienne. Un extrait détaillé du grand et beau travail exécuté sous sa direction a été inséré dans le premier volume des Annales des Mines. Il n'existait alors que trois concessions importantes aux environs de Rive-de-Gier, celles du Sardon, du Gourd-Marin et des Verchères. Presque toutes les autres mines étaient exploitées avec ou sans la permission temporaire de l'administration. Cet état de choses était incompatible avec de bons systèmes d'exploitations. Il était urgent d'y pourvoir, et le remède indiqué par la législation des mines consistait à partager le territoire houiller en un nombre convenable de concessions, *et à prescrire dans des cahiers de charge sagement discutés des travaux coordonnés les uns aux autres pour un même système de gisement.* (Ann. des Mines, 1re. série, T. I, p. 5). Les concessions furent en effet données en 1824, 1825 et 1826. Toutes ont été soumises à des clauses générales dictées par les motifs rapportés plus haut. (Voir les art. 25, 26 et 27 des clauses générales des concessions de la Loire, Ann. des Mines, 1re. série, T. X, p. 375.) Ces articles étaient d'autant plus sages que les prétentions peu éclairées des propriétaires du sol et des anciens exploitans, ainsi que des funestes rivalités qui subsistent peut-être encore, malgré les leçons de l'expérience, obligèrent l'administration à renfermer chaque conces-

Etude du terrain houiller en 1814.

Concessions accordées en 1824, 1825 et 1826.

sion dans un très-petit périmètre, et à pousser la division du terrain houiller jusqu'à une limite incompatible avec tout bon système d'exploitations, et qui était même, à notre avis, bien au delà de ce qu'exigeaient les intérêts des consommateurs qu'on croyait ne pouvoir garantir que par la concurrence entre les exploitans.

Toutefois la régularisation des concessions a produit des améliorations incontestables dans l'état des exploitations de Rive-de-Gier, comme dans toutes celles du département de la Loire. Mais les difficultés et par conséquent les dépenses et le prix de revient de la houille ont été en croissant à mesure que les couches s'épuisaient, que les travaux souterrains devenaient plus étendus et que les affaissemens produits par les excavations, se propageant jusqu'à la surface du sol, amenaient des quantités d'eau plus considérables. C'est alors surtout que les effets du morcellement des concessions se sont fait sentir. Les eaux passant facilement d'une veine à l'autre, soit par des communications directes, soit par des fissures existantes dans les lits du rocher, les mines les plus profondes ont reçu les eaux des mines voisines et ont dû les épuiser ou cesser d'être exploitées. C'est ainsi que les propriétaires de la *Petite-Cappe*, après avoir fait beaucoup de démarches inutiles pour engager leurs voisins de la *Montagne-du-Feu* à coopérer avec eux à l'épuisement des eaux qui se rendaient toutes au fond de leurs travaux, ont fini par les abandonner. De là l'inondation a gagné les mines de la Montagne-du-Feu, les puits *Bourret* et du *Château*, situés dans la concession du *Sardon*, toute la concession du *Gourd-Marin*,

Inconvénient du morcellement des concessions.

Position fâcheuse des mines profondes.

et menace encore de se répandre plus loin. (Voir le plan et les coupes, pl. IV.)

Traité de 1827. Un traité conclu en 1827 par la médiation de M. le Préfet de la Loire, entre les propriétaires des mines du Sardon, du Gourd-Marin et des Flaches, n'a reçu qu'un commencement d'exécution et a fini par le procès qui a donné lieu au rapport d'experts dont nous donnons l'extrait, parce que les mines de la Cappe ayant été inondées depuis la conclusion du traité, l'état de la question a changé. On avait d'ailleurs, en 1827, des données fausses sur la quantité d'eau affluente dans les puits Bourret et du Château. La position des exploitans de Rive-de-Gier est encore empirée par l'ouverture du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon qui va permettre aux charbons de Saint-Etienne d'arriver dans cette dernière ville et sur les bords du Rhône, moyennant une différence en plus de o fr.,20, seulement par quintal métrique, sur ceux de Rive-de-Gier, tandis que cette différence s'élève pour les transports par la route ordinaire à o fr.,50 au moins.

Cet état de choses a éveillé la sollicitude du conseil d'arrondissement de Saint-Étienne, qui, dans sa dernière session, a réclamé l'intervention bienveillante de l'administration des mines. L'attention des ingénieurs des mines de l'arrondissement s'était d'ailleurs portée depuis long-temps sur un objet d'une si grande importance, et ils ont fait tout ce qui dépendait d'eux pour amener les propriétaires des diverses mines à se grouper en un très-petit nombre de sociétés, dont les travaux seraient nécessairement mieux ordonnés et plus économiques. L'association des exploitans nombreux de Rive-de-Gier nous paraît en effet le

meilleur, et peut-être le seul moyen de surmonter les obstacles que rencontre leur industrie. Il y a lieu d'espérer que le travail de MM. *Combes Reymond* et *Fabre* contribuera efficacement à faire passer cette conviction dans les esprits des parties intéressées. Il résulte des documens précis qu'il renferme, et dont la plupart étaient ignorés ou très-vaguement connus, que les eaux affluentes dans les mines principales de Rive-de-Gier ne sont pas très-considérables, et que leur épuisement n'occasionera que des dépenses très-médiocres en frais de premier établissement, dépenses qui paraîtront surtout légères, parce que beaucoup de personnes auxquelles l'épuisement profitera devront y concourir dans une proportion qu'on pourra déterminer. Bien que ce travail paraisse d'un intérêt tout-à-fait local, il ressortira cependant des faits exposés la preuve des inconvéniens que présente le trop grand morcellement d'un territoire houiller, et l'utilité, quand cette division est faite, de l'intervention administrative pour faire exécuter à temps des travaux coordonnés les uns aux autres pour un même système de gisement. Le bassin houiller de Saint-Étienne exigera vraisemblablement des travaux de ce genre dans un avenir peu éloigné.

Il avait d'abord été décidé qu'un extrait très-détaillé du rapport de MM. Combes, Reymond et Fabre, contenant le récit de toutes les expériences faites pour déterminer la puissance effective de la machine à vapeur du Puits-Château, et le volume des eaux affluentes dans les divers puits, serait inséré dans les *Annales des mines*; mais depuis cette époque une commission spéciale, composée de cinq ingénieurs des mines, ayant été

chargée de rédiger un projet d'épuisement pour les mines du Sardon, du Gourd-Marin et des Flaches, il a paru convenable d'attendre le résultat des travaux de cette commission pour présenter, dans les *Annales des mines*, un travail complet sur cette affaire, qui présente un haut intérêt sous le double rapport de l'art et de l'administration. On se contentera donc, en ce moment, de donner une analyse succincte du rapport fait au tribunal civil de Saint-Étienne, extraite d'une lettre adressée à M. le directeur-général des ponts et chaussées et des mines, par M. Combes, ingénieur des mines, l'un des trois experts.

. . . .

Machine à vapeur placée au puits du château. Sa puissance effective.

Nous reconnûmes d'abord qu'une machine à vapeur à basse pression et à double effet, dont le cylindre a 1 m.,218 de diamètre intérieur, avait été placée sur le puits du Château ; qu'elle pouvait mettre en mouvement les tiges de trois pompes prenant les eaux qui se réunissent dans le réservoir, situé à 63 mètres de profondeur, et amenant ces eaux au jour. Nous fîmes les expériences nécessaires pour déterminer la puissance réelle de cette machine, que nous reconnûmes capable d'élever de 158 à 188 mètres cubes d'eau à un mètre de hauteur verticale par minute. Le procès-verbal du 10 mai 1827 indiquait une affluence de $58^{m.c.}$,441 par heure dans le réservoir du puits du Château; ce qui revient à 974 litres par minute, qu'il fallait élever à 63 mètres de hauteur verticale. Ce travail exigeait une puissance mesurée par $61^{m.c.}$,362 élevés à un mètre de hauteur par minute. Ainsi la puissance de la machine établie était hors de toute proportion avec le travail auquel elle était destinée. Les dépenses

Excès énorme de puissance de cette machine.

faites pour son achat et son établissement ont été exagérées au delà de toute mesure.

Nous vérifiâmes ensuite les quantités d'eaux affluentes, soit dans les réservoirs des puits Bourret et Château, soit au fond des mêmes puits. Cette opération fut faite deux fois, le 1er. décembre 1831 par un temps sec et très-froid, et le 9 janvier 1832 après une fonte subite de neiges et par une crue de la rivière du Gier. Nous reconnûmes que l'affluence maximum aux deux réservoirs était de 800 m.c. dans 24 heures au puits du Château, et de 170 m.c. dans 24 heures au puits Bourret. Ce n'est guère plus de la moitié de ce qu'avait annoncé le procès-verbal du 10 mai 1827, dont on n'a malheureusement pas songé à vérifier les indications avant de conclure le traité.

Jaugeage des eaux affluentes. Erreur des experts de 1827 reconnue et relevée.

Les résultats de nos expériences sont confirmés par des jaugeages exécutés en mai 1829 et mars 1830, de sorte que l'erreur du procès-verbal de 1827 n'est pas douteuse ; il suffirait d'ailleurs de le lire pour reconnaître que la manière de procéder des experts ne pouvait les conduire qu'à des résultats erronés.

Confirmation des résultats de nos expériences.

L'examen des plans des mines de la Cappe, de la montagne du Feu, de la Chauchère, de la Chichonne et du puits Thiollier, au petit Gourd-Marin, ainsi que des rapprochemens de faits authentiques détaillés dans notre rapport, nous convainquirent que les eaux remplissant les mines de la petite Cappe (les puits Neyrand et Chavanne) s'infiltraient dans les puits Bourret et Château, se répandaient ensuite de là au Gourd-Marin, aux Flaches, et même aux Verchères, en passant par le Gourd-Marin, et qu'il était impossible de rentrer dans le fond des puits Bourret et

du Château, sans vider en même temps les mines voisines jusqu'à un niveau que nous avons déterminé.

Évaluation des eaux affluentes aux mines de la petite Cappe.

Nous dûmes alors nous enquérir des quantités d'eaux que recevaient les mines inondées à l'époque immédiatement antérieure à l'abandon. Aucun document ne constate cette affluence d'eaux ; nous étions donc obligés d'y suppléer par une évaluation basée sur les faits que nous pouvions vérifier. Nous prîmes pour base de nos évaluations la puissance des machines d'épuisement qui fonctionnaient quelque temps avant l'abandon, et qui sont encore placées sur les puits inondés, et dont nous avons mesuré les dimensions. Toutes ces machines étaient à double effet, à basse pression, construites dans le même système que la machine du puits du Château que nous avons prise pour terme de comparaison. Nous connaissons d'ailleurs, par les plans déposés à l'administrations, les profondeurs des puits.

Nous reconnûmes ainsi que la quantité d'eau journalière affluente aux mines de la petite Cappe et au puits de la Cluzelle avant l'inondation, était tout au plus de 201 $^{m.c.}$, 60 se réunissant dans un réservoir situé à 66 mètres de profondeur, et qui étaient extraits par une pompe particulière ci. . . . . 201$^{m.c.}$60 élevés à 66^{m}.

et de 896$^{m.c.}$, 116, qui étaient extraits du fond des puits Neyrand, Chavanne et la Cluzelle, dont les plus profonds ont 196 mètres de profondeur, ci . . . . . . 896$^{m.c.}$ 116 élevés à 196^{m}.

Cela posé, il est facile de voir que la machine

de 1^m, 218 de diamètre placée au puits du Château, où on n'utilise que le quart du travail qu'elle peut faire, a une puissance suffisante pour épuiser les eaux qui se réunissent aux puits Neyrand et Chavanne de la petite Cappe, si elle était transportée et établie sur un de ces deux puits. Au puits Château, elle serait utilement remplacée par une machine de 0^m,65 de diamètre au cylindre qui suffirait pour tenir à sec, dans 20 heures de travail, les eaux qui affluent au réservoir du puits dans 24 heures. Ces deux machines opéreraient l'assèchement de toutes les mines inondées ou menacées de l'être, sauf de faibles quantités d'eaux qui s'accumuleraient pendant le jour dans les puisards ou réservoirs pratiqués au bas des puits, et seraient tirées, pendant la nuit, par les machines servant à l'extraction de la houille.

Machine du puits du Château assez puissante pour extraire toutes les eaux de la Cappe.

Projet d'épuisement

Tel est le projet d'épuisement que nous regardons comme le seul rationnel, mais dont le jugement du tribunal ne peut ordonner l'exécution, parce qu'il s'étend à des mines autres que celles qui sont en procès.

Si l'on tarde à prendre ce moyen ou tout autre équivalent, l'inondation des mines du grand Gourd-Marin sera la suite inévitable de ce retard; et de là elle gagnera certainement les concessions des Verchères, probablement les puits encore en activité de la compagnie du Sardon, et peut-être jusqu'aux mines d'Egarande.

L'association des propriétaires des mines voisines de Rive-de-Gier nous paraît être le seul moyen de prévenir une inondation générale. L'administration doit provoquer cette association, dont l'utilité est aujourd'hui généralement sentie, par

Nécessité de l'association des mines voisines de Rive-de-Gier.

tous les moyens en son pouvoir. Il serait même bien à désirer que les lois lui donnassent les moyens de la rendre obligatoire.

Le terrain houiller a été divisé en un grand nombre de concessions dont quelques-unes n'ont pas plus de 10 à 14 hectares d'étendue superficielle. On a souvent pris pour limite entre deux concessions voisines le thalweg d'un ruisseau ou d'une rivière, ce qui a des inconvéniens graves en général, parce que les exploitans de la concession supérieure n'ont aucun intérêt à ménager le massif de houille destiné à soutenir le terrain au-dessous du ruisseau et à prévenir des fissures qui amèneraient les eaux dans les travaux souterrains. Les eaux introduites se déversent en effet dans la mine la plus profonde. C'est ainsi que les puits de la Cappe avaient à extraire toutes les eaux provenant des infiltrations de la Durèze, tandis que les mines comprises dans l'enclave de la concession de la Montagne-du-Feu étaient exploitées sans frais d'épuisement. Au reste les limites des concessions n'ont jamais été respectées et n'ont existé que sur le papier. Dès avant les ordonnances qui les créaient, elles étaient partagées par des actes particuliers en plusieurs parcelles qui ont continué d'être exploitées par des sociétés rivales. C'est ainsi que la concession du Gourd-Marin a été divisée en *grand* et en *petit Gourd-Marin*; que la concession de la Montagne-du-Feu renferme trois exploitations, la *Chichonne*, la *Chauchère* et la *Montagne-du-Feu*; que la concession de la Cappe en contient quatre, la concession du Sardon deux, etc., etc. Chacune de ces sociétés exploitant une étendue de 10 à 25 ou 30 hectares, poussait ses travaux sans s'inquié-

ter des travaux des voisins. De là des capitaux considérables consacrés à des creusemens de puits beaucoup trop nombreux et dont le sol est criblé; de là le désordre dans les travaux et le gaspillage des richesses minérales; de là la surveillance administrative rendue plus difficile et presque tout-à-fait impossible; de là enfin des procès interminables entre les exploitans d'une seule et même concession ou des concessions voisines, procès dans lesquels le temps amène toujours de nouveaux intervenans et de nouvelles complications. En un mot, sous le régime des concessions, les choses sont restées à peu près ce qu'elles étaient avant, malgré l'art. 7 de la loi du 21 avril 1810, qui veut qu'aucune concession ne puisse être vendue par lots ou partagée sans l'autorisation du gouvernement.

Ce morcellement, poussé à l'extrême, rendra sans doute plus difficile aujourd'hui l'association de toutes les parties intéressées à un projet général d'épuisement.

Toutefois il y a lieu d'espérer que les données numériques positives contenues dans notre rapport d'experts, et qui étaient restées inconnues jusqu'ici, contribueront d'une manière efficace à déterminer cette association. Ce rapport, en précisant l'état des choses, prouve que l'épuisement des mines intéressées dans la contestation ne présente aucune difficulté sérieuse, et n'occasionera, en frais de premier établissement qu'une dépense, de 110,000 à 130,000 fr. : dépense bien faible eu égard aux résultats qu'elle doit produire.

C. C.

NOUVELLES MINÉRALOGIQUES.

Extrait d'une lettre écrite de Freyberg en Saxe, (novembre 1832.)

Les mines de *Beschertglück* et de *Himmelfürst*, qui ont été, pendant long-temps, les exploitations les plus importantes de la Saxe, sont aujourd'hui tout-à-fait déchues de leur ancienne richesse ; mais aussi de nouvelles mines sont devenues florissantes. —L'exécution d'un grand projet de galeries d'écoulement dépend, en ce moment, de la décision que prendront les États du pays, dans leur session actuelle.

On a reconnu, depuis peu, à une lieue de Freyberg, un gisement d'alluvion de *Rutile* ou titane oxidé, si abondant, qu'on se dispose à l'exploiter par lavage (*Seifenwerck*). On fait des essais pour parvenir à employer ce titane dans la teinture des étoffes de coton.

On trouve maintenant, près de Schwarzemberg, de très-bel émeri (Corindon), dont la qualité est aussi bonne que celle de l'émeri de Naxos, et qui donne lieu, en ce moment, à une exploitation considérable.

Note sur l'émeri de Saxe.

L'émeri d'*Ochsenkopf* et de *Morgenleithe*, près Schwarzemberg, se présente en grains ou petits rognons bleuâtres, plus ou moins agglomérés ou disséminés, avec de la blende et d'autres minéraux dans une roche jaunâtre talqueuse (*verhærtetertalk*), ou jadienne (*Beilstein*), qui constitue un banc (*Lager*) dans un terrain de micaschiste passant au schiste. Très-anciennement, cette roche était employée dans le pays à la réparation des routes ; en 1714, on a reconnu le parti avantageux qu'on pouvait en retirer pour le sciage et le polissage des pierres dures, et depuis lors, à différentes époques, plusieurs exploitations ont été ouvertes, au compte de l'état ou par concessions, sur le gite d'émeri. Une autre exploitation, ayant aussi un véritable corindon-émeri, pour objet, était en activité vers 1750, dans la vallée de la petite Bucka, à une lieue au sud-ouest des précédentes, et peut-être sur la prolongation du même gite.

On a en outre exploité, en Saxe, à diverses reprises, sous le nom d'*émeri* des roches de grenat, à Groswaltersdorf et ailleurs.

Voyez l'ouvrage de M. Freiesleben, intitulé : *Magazin für die oryctographie von Sachsen*, 1re. partie, (Freyberg, 1828), pages 68 et suiv., et aussi pages 50-52.

Bd.

PARIS.—IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN, RUE RACINE, N°. 4, PLACE DE L'ODÉON

RECHERCHE

Du Carbone et du Silicium dans différentes variétés de fonte et d'acier;

par M. P. BERTHIER.

On a manqué pendant long-temps de bons moyens pour doser le carbone que renferment les fontes et les aciers; mais aujourd'hui on en possède plusieurs qui donnent des résultats de la plus parfaite exactitude. La découverte de ces moyens a eu de l'importance, parce que l'application qu'on en a faite a rectifié beaucoup d'idées fausses que l'on avait conçues relativement à la nature des fontes et aux causes qui font varier leurs qualités. Je vais indiquer succinctement ces différens moyens, et je ferai connaître avec détail ceux qui me paraissent être de l'emploi le plus commode.

Acide nitrique.

1°. Lorsque l'on traite la fonte par l'acide nitrique affaibli ou par l'eau régale, tout le fer se dissout ainsi que le manganèse et la plus grande partie du silicium; le résidu est un mélange de graphite, de silice et de fragmens de laitier; mais le graphite ne représente pas la totalité du carbone contenu dans la fonte, parce qu'une partie de ce carbone est convertie par l'action des acides en une substance brune analogue aux matières extractives ou à l'ulmine et qui se dissout dans les acides et dans les alcalis. Quand on suit ce procédé d'analyse on ne peut doser le carbone que par différence : pour cela on grille le résidu insoluble jusqu'à ce que tout le

graphite soit brûlé et on prend le poids de la silice et du laitier qui restent. On analyse la dissolution avec le soin le plus minutieux, et l'on calcule, d'après le résultat, la proportion du fer, du manganèse, du silicium, etc. Le poids de toutes ces substances retranché du poids de la fonte employée donne le poids du carbone. Si l'on s'est servi d'acide nitrique pur pour dissolvant, on peut évaporer la liqueur à sec et calciner le résidu pour avoir immédiatement le poids des oxides, puis redissoudre ceux-ci dans l'acide muriatique et se contenter de doser la silice et le manganèse; mais il faut que la calcination des nitrates soit opérée avec un soin extrême pour qu'il n'y ait aucune perte par projection.

Nitre. 2°. On peut analyser la fonte en la chauffant dans une cornue de porcelaine avec du nitre et recherchant dans la scorie alcaline l'acide carbonique que le carbone a dû produire; mais ce moyen est peu commode.

Gaz oxigène. 3°. On dose, au contraire, le carbone avec une grande facilité, et de la manière la plus exacte, en le transformant en acide carbonique par le moyen du gaz oxigène, ainsi que M. Gay-Lussac en a eu le premier l'idée. Il faut pour cela que la fonte soit réduite en poudre très-fine. On introduit cette poudre soit dans une boule soufflée sur un tube de verre, soit dans un tube de porcelaine en la plaçant dans une petite capsule de même matière ou de platine : on chauffe la boule ou le tube jusqu'au rouge, et l'on fait passer lentement à travers un courant de gaz oxigène pur jusqu'à ce que l'oxidation soit complète : on recueille le gaz qui se dégage et l'on en sépare l'acide carbonique par l'eau de chaux, par l'eau de

baryte ou par la potasse caustique; on a d'ailleurs une vérification du résultat en prenant le poids du résidu, pourvu que le fer ait été amené en totalité à l'état de peroxide, ce que l'on reconnaît à ce qu'alors il n'exerce aucune action sur le barreau aimanté : s'il y a du silicium et du manganèse il faut faire l'analyse de ce résidu. Pour analyser les fontes par ce procédé, on peut se servir avec beaucoup d'avantage de l'appareil que M. Prout a imaginé pour l'analyse des substances végétales.

4°. M. Gay-Lussac a essayé aussi de transformer le carbone des fontes en acide carbonique en les chauffant avec de l'oxide de mercure, et ce moyen lui a réussi. On pourrait encore les traiter par l'oxide de cuivre comme les substances végétales, mais il serait nécessaire qu'elles fussent amenées à l'état de poudre impalpable pour que l'oxidation pût être complète. L'oxide de plomb serait probablement d'un emploi beaucoup plus commode que les deux oxides précédens, parce qu'il oxide le fer très-rapidement et qu'il ne laisse pas dégager d'oxigène lorsqu'il est à l'état de massicot, bien exempt de mélange de minium. On opérerait sans difficulté sur un poids considérable de fonte, comme 5 à 10 gr.; on chaufferait dans une cornue de porcelaine, et l'augmentation de volume des gaz contenus dans l'appareil, après le refroidissement, donnerait exactement le volume de l'acide carbonique. **Oxides métalliques.**

5°. Le chlorite de chaux en dissolution oxide assez facilement le fer et la fonte en limailles, et si l'on a soin d'agiter fréquemment, pour renouveler les surfaces et pour empêcher la matière de s'agglomérer, en ayant d'ailleurs l'attention de **Chlorite de chaux.**

décanter la liqueur, lorsque son pouvoir de décolorer l'indigo se trouve très-affaibli, pour la remplacer par une dissolution neuve, on peut en quelques jours oxider complétement un poids de 5 à 10 grammes de matière ferrugineuse. La chaleur accélère boucoup l'oxidation. Le fer est amené en totalité à l'état d'hydrate de peroxide : en traitant cet hydrate par l'acide muriatique, après l'avoir lavé, on le dissout, et il reste du charbon mélangé de silice. Mais malheureusement ce procédé d'analyse, qui serait simple et commode, ne donne pas des résultats exacts. L'expérience a prouvé que l'action du chlorite détruit toujours une certaine quantité de carbone, et que la proportion que l'on en obtient est d'autant moindre que la fonte renferme plus de silicium. On remarque effectivement qu'il se manifeste dans la masse de limaille une effervescence toujours sensible et qui est même très-vive quand il y a beaucoup de silicium : il est probable que l'eau est décomposée à la faveur de ce corps, et qu'il se forme des composés carbonés solubles ou gazeux.

Chlorure d'argent.

6°. M. Berzélius analyse les fontes par le moyen du chlorure d'argent. Il place au fond d'un vase un morceau de chlorure d'argent fondu bien pur, et qui doit peser 7 à 8 fois autant que le morceau de fonte à analyser : il pose ce morceau de fonte sur le chlorure; il remplit le vase d'eau aiguisée d'une très-petite quantité d'acide muriatique, il le bouche et il l'abandonne à lui-même : le chlorure est réduit peu à peu par le fer et transformé en argent métallique; le chlorure de fer qui se produit se dissout dans l'eau, et le carbone reste en une seule masse sur le gâteau d'ar-

gent. Ce procédé est d'une exécution facile et donne des résultats très-exacts quand il n'y a pas de silicium dans la fonte ; mais la présence du silicium occasione probablement une petite perte sur le carbone, parce qu'au moment où le silicium est mis à nu il décompose l'eau avec dégagement de gaz hydrogène, et qu'il doit se former alors une certaine quantité d'hydrogène carboné ou de matière huileuse.

Chlore gazeux.

7°. En faisant passer du chlore gazeux et parfaitement desséché sur de la fonte chauffée au rouge tout le fer est amené à l'état de perchlorure et le charbon reste pur. Pour faire l'opération on se sert d'un tube de verre à deux boules : on met la fonte dans la première, que l'on chauffe à la lampe et l'on condense le chlorure de fer dans la seconde. Si le chlore était humide il se produirait une certaine quantité d'acide carbonique et il y aurait perte de carbone.

Chlore liquide.

8°. Au lieu d'employer le chlore à l'état de gaz, par voie sèche, on peut le faire agir sur les fontes par voie humide, à l'état de dissolution dans l'eau. Quand on veut procéder de cette manière on met un poids déterminé de fonte en limaille ou en poudre dans un vase aux trois quarts plein d'eau que l'on tient constamment à une chaleur tiède, et l'on fait passer dans la liqueur un courant de chlore, jusqu'à ce que tout le fer soit attaqué, et en ayant soin d'agiter très-fréquemment. Comme la dissolution ne s'effectue que lentement, et que la liqueur se trouve constamment exposée au contact de l'air, il se forme une certaine quantité de peroxide de fer, qui reste avec le résidu charbonneux, mais on enlève facilement cet oxide par le moyen de l'acide muriatique.

Brôme. 9°. Le chlore n'agit que lentement sur le fer par la voie humide, parce qu'il est gazeux et qu'il ne se dissout dans l'eau qu'en très-petite proportion ; le brôme et l'iode, qui sont l'un liquide et l'autre solide, et tous les deux plus solubles que le chlore, ont comme celui-ci la propriété de dissoudre le fer sans qu'il y ait dégagement d'aucun gaz, et ils opèrent la dissolution beaucoup plus rapidement. Lorsque le brôme sera à un moindre prix on en fera probablement un fréquent usage pour analyser les fontes et les aciers. Voici comment il faut opérer. On verse dans un matras, ou dans une fiole à col long et étroit, 35 gr. de brôme et environ 300 gr. d'eau, puis on y introduit 10 gr. de fonte ou d'acier, en limailles, en poudre ou en morceaux, et l'on agite le mélange : l'action est vive et accompagnée d'un grand développement de chaleur quand la matière est pulvérulente ; elle a lieu d'une manière non apparente, mais cependant assez rapidement lorsque la matière est en gros morceaux : on chauffe légèrement dès que la plus grande partie du brôme a été absorbée et on finit par porter la liqueur jusqu'à l'ébullition ; on lave le résidu par décantation ; on le chauffe ensuite avec un peu d'acide muriatique, pour en séparer la petite quantité d'oxide de fer dont il peut se trouver mélangé ; puis on le lave de nouveau. Il se compose de charbon, de silice et de fragmens de laitier ; comme la silice retient l'eau assez fortement et que l'on ne peut doser le charbon qu'en le brûlant et par différence de poids, avant de griller ce résidu, il faut le calciner en le chauffant graduellement, jusqu'à la chaleur rouge, dans un petit tube de verre fermé par un bout : on le pèse ensuite, puis on le grille

jusqu'à décoloration, dans une petite capsule de platine, et l'on en prend le poids de nouveau, etc.

10°. On emploie l'iode, pour l'analyse des fontes et des aciers, absolument de la même manière que le brôme; mais il en faut une proportion plus grande, quatre parties et demie au moins pour une partie de matière métallique. Il est essentiel que l'iode ait été purifié par sublimation; celui que l'on trouve dans le commerce est très-souvent mélangé de sable ou d'autres impuretés. Iode.

Le brôme et l'iode sont d'un usage facile, expéditif et fort commode pour doser le carbone contenu dans les fontes et dans les aciers; mais malheureusement ils ne donnent pas, non plus que le chlore, la proportion exacte de cette substance lorsque la matière métallique renferme du silicium; on ne peut employer ces trois réactifs avec sûreté que pour l'analyse des aciers et des fontes obtenus au charbon de bois. Quand il y a du silicium on remarque que dès que ce corps est mis à nu, il décompose l'eau avec une vive effervescence pour se transformer en silice, lors même qu'il y a dans la liqueur excès de brôme et d'iode, tout comme cela arrive avec le chlorure d'argent, et l'on observe que le gaz qui se dégage a absolument la même odeur bitumineuse particulière que celui qui se produit quand on traite les fontes par l'acide sulfurique ou par l'acide muriatique. Cette odeur, indice de la formation d'une matière huileuse carbonée, devait faire présumer qu'une partie du carbone des fontes était entraînée par les gaz, et effectivement l'expérience a prouvé qu'il s'en perd toujours une quantité proportionnelle à la quantité de silicium, et

que cette perte est souvent très-considérable. Ainsi, en analysant par le moyen de l'iode une fonte de l'Aveyron qui contenait 0,045 de silicium et 0,030 de carbone, je n'ai obtenu que 0,015 de cette dernière substance. Quant au silicium, il ne s'en trouve que le tiers environ, à l'état de silice, dans le résidu ; le reste est en dissolution dans la liqueur, et pour en avoir la proportion exacte il faut évaporer celle-ci à sec, et reprendre le résidu par l'eau aiguisée d'acide muriatique.

Hydrochlorate d'ammoniaque. 11°. L'hydrochlorate d'ammoniaque attaque le fer par voie sèche avec dégagement d'ammoniaque et de gaz hydrogène, et il se forme du proto-chlorure de fer : l'action a lieu à la chaleur sombre. Si l'on ménage convenablement la température, le sel ammoniac en excès se sublime, et le proto-chlorure reste, avec la portion de fer non attaquée, sous forme d'une masse lamelleuse, transparente, et d'un jaune de miel ; mais si l'on chauffe à la chaleur blanche, tout le chlorure se volatise, et le résidu est du fer pur. La proportion de fer attaquée est d'autant plus grande que celui-ci est plus divisé, mais elle s'élève rarement à moitié, même lorsque la limaille est très-fine, et que l'on emploie deux parties ou plus de sel ammoniac. La fonte et l'acier sont aussi facilement attaqués par ce sel que le fer doux, et l'on peut, à l'aide de ce réactif, en séparer le silicium et le carbone. Dans l'opération, le silicium se combine avec le chlore comme le fer, mais son chlorure étant très-volatil, ce chlorure se dégage aussitôt qu'il s'est formé, et passe dans la partie du récipient la plus éloignée de la cornue avec les premières vapeurs du sel ammoniac ; en sorte que si ce récipient est humecté, il se tapisse de silice gélati-

neuse, qui provient de la décomposition du chlorure. Quant au carbone, il reste adhérent à la surface de tous les grains de fonte ou d'acier qui n'ont pas été complétement dissous par l'hydrochlorate.

On voit d'après ce que nous venons de dire, qu'il serait possible de faire l'analyse des fontes et des aciers d'une manière exacte, au moyen du sel ammoniac : néanmoins, il ne parait pas que ce procédé puisse devenir d'un usage habituel, parce qu'il demande trop de temps et qu'il exige que l'on prenne des précautions trop minutieuses. Effectivement il est nécessaire de réitérer le traitement par le sel ammoniac un grand nombre de fois pour volatiliser tout le fer, et comme il est absolument indispensable d'éviter tout contact d'air pour qu'il ne se brûle pas de charbon, on est obligé de se servir de cornues de porcelaine ou de doubles creusets bien couverts, ce qui occasionne quelques embarras. Quand on emploie les cornues on en consomme un grand nombre, puisqu'il faut les casser pour en extraire la matière, et d'ailleurs les transvasemens fréquens de celle-ci donnent toujours lieu à quelque perte. Quand on se sert de creusets, il faut que celui dans lequel on place la substance ferrugineuse soit en porcelaine, parce qu'à la chaleur blanche la fonte attaquerait le platine et pourrait même y adhérer, en s'y combinant aux points de contact : or, il est extrêmement difficile d'éviter la fêlure des creusets de porcelaine, et d'empêcher qu'il ne pénètre un peu d'air dans leur intérieur, par la jointure des couvercles, pendant le refroidissement. A chaque traitement par le sel ammoniac, il se perd donc une certaine quantité de

charbon par combustion; aussi la surface de la masse est-elle presque toujours colorée en rouge par de l'oxide de fer, et, comme il faut répéter ce traitement jusqu'à huit ou dix fois, il peut arriver qu'en définitive la perte soit considérable.

Les fontes grises traitées par le sel ammoniac se prennent à la première opération en une masse spongieuse, ayant l'éclat métallique, à demi-fondue, mais qu'il est facile de réduire en poudre. Dans les traitemens subséquens, elles restent tout-à-fait pulvérulentes, et deviennent d'un noir de plus en plus foncé.

Les fontes blanches lamelleuses manganésées, se fondent en grumeaux métalliques demi-ductiles, et qu'il est impossible de broyer dans des mortiers d'agate. On remarque que le manganèse se volatilise en totalité comme le fer à l'état de chlorure.

Air atmosphérique. 12°. Restait à trouver un procédé d'une facile exécution qui pût s'appliquer à l'analyse de toutes les fontes, siliceuses ou non. Celui que je vais décrire paraît remplir toutes les conditions désirables, et il est tellement simple qu'il y a lieu d'espérer qu'on l'emploîra fréquemment dans les usines, et qu'ainsi nous ne tarderons pas à obtenir des renseignemens multipliés sur la nature des fontes. Ce procédé consiste essentiellement à laisser la matière métallique s'oxider par le contact de l'air, à la température ordinaire, en la tenant constamment humectée, et à traiter l'oxide formé par l'acide muriatique pour en séparer le charbon et la silice. Dans ces circonstances, comme on n'opère que sur de très-petites quantités de matière, et dans des vases d'un assez grand volume, la temperature ne s'élève pas, et

il ne se manifeste aucun dégagement de gaz hydrogène, en sorte que s'il se décompose de l'eau ce ne peut être qu'en très-faible proportion. La presque totalité du fer, ainsi que le silicium, s'oxide donc à la faveur seulement de l'oxigène atmosphérique. Tout porte à croire d'ailleurs qu'il ne se forme pas du tout de matières hydrocarbonées; car on sait que toutes les fois que l'eau est décomposée lentement au contact de l'air, l'hydrogène se combine avec l'azote atmosphérique pour produire de l'ammoniaque, et effectivement on rencontre toujours cet alcali en quantité notable dans les oxides qui sont le résultat de l'action de l'air humide sur le fer. L'expérience a d'ailleurs prouvé que ce mode d'analyser les fers et les aciers est au nombre de ceux qui donnent la plus forte proportion de carbone.

L'opération exige une huitaine de jours, lorsque l'on emploie environ 10 g. de matière, ainsi qu'il convient de le faire, mais elle est d'autant plus prompte que le métal a été réduit en poudre plus fine. Quand la matière est cassante, comme les fontes blanches et les aciers trempés, on la pile dans un fort mortier de fonte, on la tamise, et on la porphyrise dans un mortier d'agate; quand au contraire elle est ductile ou demi-ductile, comme les fontes grises, etc., on la réduit en limailles, mais en ayant attention de se servir d'une lime très-fine et très-dure. On met 10 g. de limaille métallique dans un mortier de porcelaine, peu profond et à bec large, on l'humecte avec de l'eau, et on l'abandonne à elle-même : le lendemain on la trouve recouverte d'une grande quantité de rouille; on l'humecte de nouveau, on la broie, on décante le liquide pour enlever la partie

oxidée, et on laisse le reste s'oxider à son tour, en ayant soin de le tenir toujours mouillé. Quand l'oxidation est complète on réunit toutes les liqueurs et les différens dépôts d'oxide, on y ajoute de l'acide muriatique en excès, on rapproche jusqu'à sec, on reprend par de l'eau aiguisée d'acide, on lave le résidu, on le calcine dans un tube de verre, on le pèse, on le grille dans une capsule de platine, et en le pesant de nouveau on a la proportion du carbone par différence. Enfin, comme la silice qui reste après la combustion du charbon est souvent mêlée d'une quantité notable de fragmens de laitier, il faut doser celui-ci au moyen de la potasse liquide, qui ne l'attaque pas et qui dissout au contraire toute la silice.

La présence d'un acide en petite quantité facilite et accélère beaucoup l'oxidation du fer par l'air; mais comme au premier instant l'acide détermine la décomposition de l'eau, et un dégagement sensible de gaz hydrogène, il doit occasioner une légère perte de carbone. L'acide acétique lui-même, quoique très-faible, produit cet effet, il vaut donc mieux n'employer que de l'eau pure. Après quelques instans d'action, l'acide se sature d'oxide de fer, et c'est alors un sel qui se trouve en dissolution dans l'eau : la présence de ce sel a aussi pour effet d'accélérer l'oxidation, et il en est de même de toutes les substances non électro-positives employées en petites proportions : un peu de sel marin, par exemple, dissout dans l'eau qui sert à humecter la limaille, hâte beaucoup l'absorption de l'oxigène sans pourtant qu'il y ait décomposition du sel. Il n'en serait pas de même si l'on introduisait dans l'eau

un alcali caustique; dans ce cas au contraire l'oxidation se ralentirait beaucoup et pourrait même s'arrêter tout-à-fait.

Le produit de l'oxidation de la fonte et du fer par l'air au contact de l'eau est en général un mélange d'oxide noir magnétique, d'hydrate de peroxide et de peroxide anhydre. Pour qu'il se forme beaucoup d'oxide magnétique, il faut que le métal présente une très-grande surface, relativement à sa masse, comme lorsqu'il est réduit en poudre ou en limaille très-fines, et qu'il soit recouvert d'une couche d'eau peu épaisse, mais suffisante pour le garantir du contact immédiat de l'air. La fonte et l'acier en produisent toujours beaucoup plus que le fer doux : une fois formé cet oxide se conserve à l'air sans absorber une nouvelle dose d'oxigène. Les circonstances qui favorisent la production de l'hydrate de peroxide, sont le contact immédiat de l'air, le métal étant tenu constamment humide, mais non recouvert d'eau, à la condition que la matière métallique n'ait qu'une petite surface pour une grande masse, qu'elle soit par exemple en morceaux comme des petits clous bien décapés. Il se forme du peroxide anhydre dans certains cas de dessiccation à l'air, mais qui n'ont pas été précisés. J'ai obtenu de l'hydrate de peroxide pur avec des petits clous de fer doux, humectés d'eau pure ou d'une très-petite quantité d'acide muriatique. Ayant oxidé par l'air de la limaille de fer doux, en la tenant constamment couverte d'une couche mince ; 1°. d'eau aiguisée d'acide muriatique, dans une première expérience, et 2°. d'eau pure dans une autre expérience faite en même temps, j'ai obtenu des oxides d'un gris brun, qui s'attachaient

en totalité au barreau aimanté et qui contenaient :

	Le premier.	Le second.
Protoxide de fer.	0,105	0,180
Peroxide de fer.	0,840	0,790
Eau.	0,055	0,030
	1,000	1,000

Résultats.

Un certain nombre de fontes que j'ai analysées, soit par l'oxidation à l'air de la manière qui vient d'être décrite, soit par le moyen du brôme ou de l'iode, lorsqu'elles ne renfermaient que des traces de silicium, ont donné les résultats suivans :

Fontes provenant de hauts-fourneaux chauffés au charbon de bois.

Fontes au bois.

	BELABRE. (1)	AUTREY. (2)	BÈZE. (3)	SAINT-DIZIER. (4)	SUÈDE. (5)	TREDION. (6)	LOHE. (7)
Carbone. .	0,0295	0,0350	0,0305	0,0360	0,0420	0,0360	0,0350
Silicium. .	0,0028	0,0030	0,0007	0,0040	0,0050	0,0050	0,0045
	0,0323	0,0380	0,0312	0,0400	0,0470	0,0410	0,0395

(1) Fonte de Bélabre (dép. de l'Indre), provenant de minerais en grains très-alumineux. Elle est grise, douce, facile à limer, et donne d'excellent fer. On l'a analysée par l'oxidation à l'air.

(2) Fonte d'Autrey (Côte-d'Or), provenant de minerais en grains de la formation jurassique. Elle est grise, à gros grains, pénétrée d'une multitude de paillettes de graphite. Elle s'aplatit sous le marteau avant de se rompre. Elle produit du fer très-tenace que l'on emploie dans les tréfi-

leries. On l'a analysée comparativement, par l'iode et par l'oxidation à l'air : les deux analyses ont donné exactement le même résultat.

(3). Fonte de Bèze (Côte-d'Or). Elle provient du mazéage de la fonte grise du fourneau de Lissey, qui est semblable à celle d'Autrey. La fonte mazée de Bèze est d'un blanc mat, un peu poreuse, à structure fibreuse, très-dure, mais néanmoins susceptible d'être pilée et tamisée. On l'a analysée par l'iode. Il paraîtrait résulter de cette analyse que le mazéage n'a eu pour effet que de changer le mode de combinaison du fer et du charbon, sans diminuer la proportion de celui-ci.

(4). Fonte de Saint-Dizier (Haute-Marne). Blanche et à grandes lames éclatantes comme les fontes manganésées. Elle a été analysée au moyen de l'iode. On n'y a pas recherché le manganèse. Cette analyse constate seulement que la fonte blanche contient autant de carbone que la fonte grise.

(5). Fonte de Suède que l'on dit être disposée à donner du fer cassant à chaud. Elle est blanche, à grandes lames et très-fragile. On n'y a recherché que le carbone par le moyen du brôme.

(6). Fonte de Trédion près Vannes (Morbihan). Elle est blanche, lamelleuse, dure, mais pulvérisable. On ne l'emploie que pour lest. Elle renferme au moins 0,006 de phosphore. On l'a analysée par oxidation à l'air.

(6). Fonte du fourneau de Lohe, près Müsen (grand-duché du Rhin). Provenant des minerais spathiques manganésifères de la grande mine du Stahlberg. Elle est blanche et à grandes lames très-éclatantes. On la réduit aisément en poudre impalpable. Elle donne d'excellent acier à l'affinage. On

y trouve la même proportion de carbone en l'analysant soit par l'iode, soit par l'oxidation à l'air. Quand on la traite par l'acide nitrique affaibli et à froid, elle se dissout assez facilement et sans qu'il se dégage aucun gaz, et elle laisse un résidu charbonneux du poids de 0,05; mais on sait que ce résidu doit contenir de l'hydrogène, de l'oxigène et peut-être de l'azote. Outre le carbone, la fonte de Lohe renferme 0,04 au moins de manganèse métallique.

Fontes provenant de hauts-fourneaux chauffés au coke.

Fontes au Coke.

	FIRMY. (1)	JANON. (2)	CHARLEROY. (3)	ANGLETERRE. (4)	FIN-METAL DE FIRMY. (5)	(6)	(7)
Carbone. .	0,0300	0,0430	0,0230	0,0220	0,0170	0,0110	0,0100
Silicium. .	0,0450	0,0350	0,0350	0,0250	0,0050	0,0025	0,0015
Laitier . .	0,0140						
	0,0890	0,0780	0,0788	0,0470	0,0223	0,0135	0,0115

(1). Fonte de Firmy (Aveyron), provenant de la quatrième coulée du premier fondage fait dans l'usine. Elle est d'un gris clair passant au truité, grenue à grains moyens et serrés, parfaitement homogène et ne présentant aucune boursoufflure, très-dense, facile à limer et s'aplatissant sensiblement sous le choc du marteau. Elle se laisse très-facilement attaquer par les acides quand elle a été réduite en limailles; elle fait promptement effervescence avec les acides étendus, même avec l'acide acétique. Cette propriété, qui appartient à la plupart des fontes préparées avec le coke, paraît

dépendre de la grande proportion de silicium que renferment ces fontes Lorsqu'on l'analyse soit par l'acide nitrique faible, soit par le chlore ou l'iode en dissolution, elle ne donne que 0,018 de carbone. On l'a analysée par oxidation à l'air, ainsi que toutes les autres fontes dont il va être question. Elle ne contient pas de manganèse, mais elle renferme 0,002 de soufre et 0,002 de phosphore.

(2). Fonte du fourneau du Janon, près Saint-Étienne (Loire). Elle est grise et de qualité médiocre.

(3). Fonte de Charleroy (Belgique). Elle est d'un gris foncé sans être noire et très-douce. On la donne comme étant excellente pour tous les objets de moulerie. Elle s'obtient de minerais d'alluvion ou de formations calcaires. C'est la meilleure fonte à moulerie que l'on produise sur le continent.

(4). Fonte anglaise dite fonte noire, de première qualité pour les mouleries. Elle a été prise dans les ateliers de M. Delabre, près Paris, où l'on en fait un grand usage. Elle est d'un gris noir, à gros grains écailleux. Lorsqu'on la traite par l'acide sulfurique étendu, elle donne 0,018 de charbon, mêlé de 0,005 de silice. Avec l'eau régale, le résultat est à peu près le même. Par l'oxidation à l'air tout le carbone reste avec la silice et il ne s'incinère qu'avec une très-grande difficulté. Il est remarquable que cette fonte, ainsi que celle de Charleroy qui comme elle est excellente pour la moulerie, renferme beaucoup moins de carbone que les fontes ordinaires et qu'elle contienne moins de silicium que la plupart des fontes provenant des fourneaux à coke,

ce qui est tout-à-fait contraire aux idées généralement admises.

Les fontes faites au coke ne sont pas plus carbonées que les fontes faites au charbon de bois; elles sont caractérisées par la présence du silicium; mais il paraît que de même qu'un excès de carbone détruit les propriétés que l'on recherche dans l'acier, un excès de silicium fait perdre aux fontes préparées avec le coke la tenacité que cette substance leur communique lorsqu'elle s'y trouve en proportion convenable. On peut enlever à une fonte l'excès de son silicium en lui faisant subir une seconde fusion dans de certaines conditions; mais il y a encore d'autres causes qui influent sur la qualité des fontes.

(5), (6), (7). *Fin-metal*, ou fonte mazée, préparée à Firmy avec la fonte n°. 1. Il est en plaques minces dont la partie inférieure est compacte, grenue, et la partie supérieure excessivement boursoufflée. La lime ne l'entame pas, mais on le réduit facilement en poudre dans le mortier. Il est blanc et peu éclatant. On voit que le mazéage dans les foyers de fineries, a pour effet principal de brûler le silicium que contiennent les fontes; aussi se produit-il toujours dans ces opérations une grande quantité de silicates saturés d'oxide de fer.

J'ai trouvé dans quatre variétés d'acier les proportions suivantes de carbone et de silicium : Acier.

	Acier de cémentation. (1)	Wootz. (2)	Acier fondu. (3)	Acier Hausmann. (4)
Carbone. . . .	0,0187	0,0150	0,0165	0,0133
Silicium. . . .	0,0010	0,0060	0,0010	0,0005
	0,0197	0,0210	0,0175	0,0138

(1) Acier de cémentation anglais, servant à préparer l'acier fondu. Analysé au moyen de l'iode.

(2) Wootz ou acier fondu de l'Inde. Il reçoit l'empreinte du marteau, et l'on peut le limer : cependant il est cassant. Sa cassure est lamelleuse à lames planes entrecroisées et miroitantes, à peu près comme celle de la galène à facettes moyennes. On l'a analysé par oxidation à l'air.

(3) Acier fondu obtenu au laboratoire en réduisant des battitures de fer par du charbon de bois. On l'a analysé comparativement par l'iode et par l'oxidation à l'air, et les deux méthodes ont donné les mêmes résultats. On sait que les battitures ne sont autre chose qu'un oxide de fer magnétique, à peu près pur et mélangé seulement de quelques parties siliceuses. On pouvait donc penser qu'en les réduisant par du charbon employé en petit excès, on en extrairait de bon acier fondu; c'est ce que j'ai essayé de faire en opérant sur des masses de 4 à 500 grammes, dans des creusets de terre, que j'ai exposés à la chaleur des

fourneaux de la manufacture de porcelaine de Sèvres. J'ai effectivement obtenu des culots bien fondus accompagnés de beaucoup de grenailles, et en soumettant le tout à une seconde fusion, je me suis procuré des culots, du poids de cinq à six cents grammes, imitant le wootz de l'Inde. Ces culots étaient attaquables par la lime et recevaient l'empreinte du marteau, cependant plusieurs artistes, habitués à travailler l'acier, ont essayé sans succès de les forger. Comme cet acier avait absolument la même composition que l'acier fondu ordinaire, on doit croire que son défaut de malléabilité tient à quelques circonstances de refroidissement des culots; je dois d'ailleurs ajouter que ceux-ci présentaient un grand nombre de cavités dans leur intérieur. Je pense qu'il conviendrait de répéter ces expériences en grand et qu'il y a lieu d'espérer que l'on parviendrait à préparer de l'acier fondu à très-bas prix, en employant les battitures dont on ne tire aujourd'hui presqu'aucun parti, quoiqu'il s'en produise des quantités considérables dans toutes les grandes usines à fer. Si l'on effectuait la réduction dans des creusets il faudrait employer 22 à 23 p. de charbon de bois pour 100 p. de battitures, mais le procédé serait alors peu économique. Je crois que l'on pourrait réussir en opérant sur de grandes masses, dans des fourneaux à réverbère que l'on chaufferait de manière que la flamme ne fût pas oxidante, et en employant un certain excès de charbon. Dans tous les cas les battitures et le réductif seraient préalablement moulus, et mélangés ensuite intimement l'un avec l'autre. Si, comme quelques personnes le supposent, les bons aciers contiennent tou-

jours du phosphore, il serait facile de satisfaire à cette condition, en mêlant au charbon une certaine quantité d'os calcinés en poudre.

(4) Acier fondu anglais, étiré en barres de 4 ou 5 millimètres de côté, dit *acier Hausmann*. On l'a analysé par le moyen du brôme et de l'iode.

Ces analyses ont donné lieu à l'observation d'un phénomène de cémentation intéressant. Ayant mis à digérer de l'acier fondu cassé en morceaux de 2 à 3 centimètres de longueur dans de l'eau mêlée de brôme ou d'iode, en quantité insuffisante pour dissoudre tout le fer, et ayant décanté les liqueurs, au bout de quelques jours, au moment où le brôme et l'iode se trouvaient à peu près saturés, les morceaux d'acier que l'on a retrouvés au fond du vase avaient conservé leur forme et leur apparence primitives, et il semblait qu'ils n'eussent éprouvé aucune altération; mais on a bientôt reconnu qu'ils avaient au contraire été très-fortement attaqués. Ils conservaient bien quelque consistance, mais ils se cassaient entre les doigts comme des morceaux de charbon. Ils étaient compactes, à cassure grenue, fine et serrée comme celle de l'acier, et d'un gris noir un peu métalloïde: ils tachaient le papier en gris comme la plombagine; on aurait pu les employer comme crayons; en grattant ces morceaux avec un canif, il est resté une partie solide en forme d'aiguille et qui en occupait l'axe, c'était de l'acier intact. La portion attaquée traitée de nouveau par le brôme ou par l'iode s'est convertie en carbone pur, et il s'est dissout du fer, c'était donc du carbure de fer. Or l'analyse a fait voir que ce carbure se compose

Carbure de fer.

exactement d'un atome de chacun de ses élémens, ou de

Fer.	0,817
Carbone.	0,183

Il est magnétique et complétement attaquable par le brôme, l'iode et l'acide muriatique, mais seulement lorsqu'il est isolé : au contact du fer celui-ci se dissout de préférence et le préserve. Quand on traite des morceaux d'acier par du brôme ou de l'iode, ils se transforment peu à peu en carbure FC, cette transformation se propage peu à peu de la surface à l'intérieur, par voie de cémentation, et tant qu'il reste de l'acier non altéré au centre, le carbure dont cet acier se trouve enveloppé est homogène, et ne renferme pas moins d'un atome de fer pour un atome de carbone, même à la surface ; mais aussitôt que les dernières traces d'acier sont détruites, le carbure cède lui-même à l'action du brôme ou de l'iode, il abandonne tout son fer et il se transforme en carbone pur, si le dissolvant est employé en proportion suffisante.

NOTICE

Sur la fonderie de canons de Toulouse.

Par M. SENARMONT, élève-ingénieur des Mines.

Cette notice sur la fonderie de Toulouse est extraite d'un Mémoire plus étendu, rédigé en 1831.

Le lecteur ne doit pas oublier qu'il a sous les yeux l'ouvrage d'un élève; il ne doit pas chercher dans cet écrit un traité *ex professo* sur la matière. Une semblable tâche eut été au-dessus de nos forces, et elle eut exigé plus de temps et plus de science que nous ne pouvions en consacrer à notre travail.

Nous renverrons aux ouvrages de Monge et de Dartain, surtout aux deux traités allemands du docteur Mayer, et nous nous contenterons de parcourir sommairement les diverses opérations de cette fabrication importante, en nous arrêtant sur les détails particuliers à la fonderie de Toulouse.

Nous saisissons avec empressement cette occasion de témoigner notre reconnaissance à MM. les officiers d'artillerie qui dirigent ces établissemens avec autant de talent que de succès. Leurs conseils et leur bienveillance éclairée nous ont constamment servi de guides, et nous nous plaisons à avouer que nous avons puisé, dans leurs conversations et dans leurs écrits, presque tous les renseignemens contenus dans cette notice, dont les imperfections seules nous appartiennent.

De la composition des bouches à feu.

Un métal peu dispendieux, facile à mouler, peu oxidable, sans action sur les produits de la combustion de la poudre; assez tenace, assez dur pour résister à l'expansion des gaz, au choc et au frottement des projectiles; inaltérable par un tir vif ou par une charge long-temps soutenue à boulets rouges, présenterait toutes les propriétés désirables pour la fabrication des bouches à feu.

Bronze.

Les bouches à feu ont, dès l'origine, été fondues en bronze. Les anciennes ordonnances prescrivent d'allier onze parties d'étain à cent parties de cuivre : on a conservé encore aujourd'hui les mêmes proportions. Ce bronze bien fabriqué possède un grand nombre des qualités requises.

On a fait, à diverses époques et dans différens pays, de nombreux essais pour déterminer la proportion de cuivre et d'étain la plus convenable.

Les expériences sont peu concordantes; des circonstances trop dissemblables ont produit cette divergence dans les résultats.

Il paraît cependant constaté que le même alliage ne convient pas à tous les calibres, que la proportion de l'étain doit être plus forte dans les grosses pièces, et qu'en employant l'alliage de huit à neuf d'étain contre cent de cuivre, pour les pièces du calibre de 8 et au-dessous, on devrait s'en tenir, pour les calibres de 12 et au-dessus, au rapport de onze à treize d'étain pour cent de cuivre.

Alliages complexes.

M. Dussaussoy a fait une série d'expériences sur des alliages complexes, de bronze uni au fer, au plomb ou au zinc. Il est arrivé à des résultats quelquefois avantageux, souvent indifférens ou défavorables. Tous ces alliages composés ont d'ailleurs le défaut de se dénaturer par les refontes, de s'obtenir difficilement en grand, d'exiger beau-

coup de soin pendant la coulée, sans qu'on puisse malgré cela être assuré du résultat qu'on en attend.

L'alliage du bronze et de la fonte de fer n'a pas donné des résultats plus avantageux.

Fonte.

L'emploi de la fonte est bien moins ancien que celui du bronze ; long-temps il a eu peu de succès. Des expériences récentes faites en Belgique, en Prusse et surtout en Suède, prouvent que cette matière, bien fabriquée, peut avoir de très-grands avantages ; mais il reste encore à surmonter de très-grands inconvéniens. On n'est pas encore maître de toutes les circonstances qui peuvent influer sur le résultat ; et, dans des cas tout-à-fait semblables en apparence, on est arrivé à des résultats totalement différens. Les bouches à feu ont d'ailleurs l'inconvénient d'éclater souvent avant d'avoir été mises hors de service. Quoi qu'il en soit, l'emploi de la fonte paraît encore susceptible de grands perfectionnemens, et c'est de ce côté qu'on doit attendre les principales améliorations dans la fabrication des bouches à feu.

Alliages.

On a cherché, à la fonderie de Liége, à combiner séparément, avec la fonte, le cuivre et l'étain ; l'essai n'a pu réussir en grand avec le cuivre, on n'a pas obtenu un véritable alliage : deux à cinq pour cent d'étain ont donné un métal homogène et très-dur, mais fragile, peu résistant, et par cela même impropre à la fabrication des bouches à feu.

Forcés jusqu'à présent de s'en tenir au bronze dans la plupart des cas, les fondeurs ont du moins étudié à fond les propriétés de l'alliage, et ont cherché à bien établir l'influence des circonstances étrangères à la composition qui accompagnent la coulée.

Du bronze. Le bronze, considéré en général comme un alliage de cuivre et d'étain dont les proportions ne s'écartent pas beaucoup de celles qui constituent le métal des bouches à feu, est jaunâtre; il possède une densité supérieure à la densité moyenne des deux métaux intégrans, mais qui varie avec leurs proportions respectives. Sa malléabilité, assez faible quand il a été refroidi lentement, augmente par la trempe. Sa tenacité s'accroît en même temps, si l'épaisseur des échantillons est peu considérable, elle diminue dans le cas contraire.

Il perd en tenacité et gagne en dureté par l'écrouissage: quand cette opération est suivie du recuit, la tenacité croît et devient supérieure à ce qu'elle était à l'origine; la dureté au contraire diminue, mais reste supérieure à sa valeur primitive.

La densité augmente par l'écrouissage et diminue par le recuit, sans cependant redescendre à ce qu'elle était d'abord.

Le bronze, plusieurs fois refondu, devient plus dense, plus tenace et plus dur. Cette propriété a été mise à profit dans la fonderie de Toulouse; où l'on a toujours soin de faire entrer dans la charge du fourneau une certaine proportion de vieux bronzes. C'est à cette précaution qu'on attribue la supériorité marquée qu'ont toujours obtenu, dans les épreuves, les pièces fondues dans cet établissement.

Le bronze fondu au contact de l'air s'oxide; et, comme l'altération de l'étain marche plus vite que celle du cuivre, le titre de l'alliage varie continuellement.

D'après une expérience de M. Dussaussoy, l'al-

liage ordinaire successivement fondu à l'air, et moulé en sable, a donné les résultats suivans:

NOMBRE DES FUSIONS.	POIDS DU LINGOT	DÉCHET POUR 100.	COMPOSITION.	
			Cuivre.	Étain.
	onces.			
1	268	1,2	100,3	10,7
2	236	1,6	100,7	10,3
3	204	2,1	101,8	9,2
4	172	2,5	103,0	8,0
5	140	2,6	104,0	7,0
6	104	3,0	105,0	5,0

Ces résultats font voir combien il est important que l'air, qui traverse le fourneau destiné à la fusion du bronze, soit dépouillé de son oxigène, par la combustion, aussi complétement que possible. Dans cette intention, on lui fait traverser au-dessus de la grille une grande épaisseur de bois en ignition : le fourneau de la fonderie de Toulouse (Pl. V, *fig.* 1, 2 et 3), remplit parfaitement cette condition, puisque l'air qui s'échappe par les ouvraux, pendant que le feu est en pleine activité, n'a jamais donné, à l'analyse, trace d'oxigène libre.

Lorsque le bronze fondu, surtout en pièces un peu considérables, éprouve un refroidissement très-lent, il se fait une espèce de liquation. L'alliage n'est plus homogène, et on distingue à l'œil nu des parties blanchâtres, connues des fondeurs sous le nom de taches d'étain. Soumis dans cet état à une température graduée, le bronze se dépouille de la presque totalité de l'étain, qui entraine peu de cuivre, et se trouve changé en une masse spongieuse de cuivre presque pur.

Moulage en sable.

Le bronze coulé dans un moule en sable se remplit de soufflures produites par le dégagement des gaz qui n'ont pu se faire jour au travers des parois trop compactes du moule. Il se forme, pendant le refroidissement, une exsudation de l'étain, qui se porte vers la base et vers la surface de la pièce, s'infiltre dans le sable du moule, et forme une croûte qui devient très-difficile à détacher après le refroidissement.

Un phénomène très-remarquable et qui se lie aux propriétés les plus importantes du bronze, se manifeste souvent deux ou trois minutes après la coulée. Il s'établit vers le jet un bouillonnement d'autant plus prolongé que la pièce est plus considérable et que sa température est plus élevée. Le bronze extravasé se fige sous la forme d'un champignon : son titre, en étain, est beaucoup plus élevé que celui de la coulée, il contient 0,19 de ce métal. Il est facile, d'après ce qui précède, d'expliquer ce fait. Lors du partage qui s'est opéré dans la masse, l'alliage le plus riche en cuivre s'est solidifié, et l'autre est demeuré liquide : les gaz, en remontant au travers de la masse métallique, chassent devant eux l'alliage fondu qu'elle recèle encore.

Le moulage en sable a d'ailleurs été reconnu très-vicieux, et il a été complétement abandonné à la fonderie de Toulouse pour le moulage en terre.

Dans le moulage en terre, quelques-uns des inconvéniens qu'on vient de signaler disparaissent, et les autres sont en général moins prononcés : la porosité de la matière permet au gaz de traverser les parois du moule, et la pièce vient ordinairement sans soufflures; les taches d'étain

sont moins fréquentes, le dépouillement est plus facile et le titre plus uniforme.

Une longue expérience de cette manière d'opérer a conduit aux résultats suivans. Variaotin du titre.

La proportion d'étain diminue de la culasse à la partie supérieure de la masselotte, et l'affaiblissement du titre n'est pas uniforme; il devient d'autant plus rapide qn'on s'éloigne plus de la base.

Le titre décroît de l'axe à un point déterminé voisin de la circonférence. De ce point à la surface, il croît, mais d'une manière insensible.

Le titre moyen de la pièce de bronze est un peu plus faible que celui de la coulée, à cause des infiltrations de l'étain dans les terres.

Quand on a retranché la masselotte, dont le titre est plus bas, le titre du canon devient plus élevé que celui de la coulée.

Lorsque le forage a enlevé le noyau intérieur dont la teneur en étain surpasse la richesse moyenne; lorsqu'on a gratté sur le tour la surface de la bouche à feu, le titre général de la pièce est à peu près égal au titre général de la coulée.

Plus on a coulé chaud, plus l'alliage est homogène; plus sa densité et sa tenacité sont grandes, plus il y a de pertes par infiltration, plus le dépouillement est pénible et difficile.

Ces résultats vont d'ailleurs être mis en évidence par le tableau suivant qui représente la moyenne d'un grand nombre d'essais.

		CALIBRES.			
		8	12	16	24
Titres de la coulée.		11,734	19,950	16,920	11,730
A la surface.	Bouche	10,730	11,885	11,307	11,290
	Anses	11,940	12,635	12,128	12,380
	Fond de l'âme.	12,931	12,671	12,412	12,340
Sur l'axe	Bouche	10,894	11,152	11,000	10,987
	Anses	12,002	11,735	11,943	11,859
	Fond de l'âme.	13,624	12,140	15,540	12,820
Parois de l'âme.	Bouche	10,540	11,011	10,938	11,116
	Anses	11,840	12,205	12,082	11,830
	Fond de l'âme.	13,324	12,826	12,291	12,287

Influence de la masselotte.

C'est ici le cas de parler de l'influence de la masselotte. Cette partie du canon brut, dont l'expérience a bien démontré l'indispensable nécessité, n'a souvent été regardée que comme un puissant moyen de compression, destiné à forcer le métal liquide à remplir le moule et les gaz à se dégager de la masse. Si tel était son seul but, on pourrait, en vertu d'un principe d'hydrostatique bien connu, le remplacer avec avantage par un simple filet de métal liquide, dont la hauteur serait égale ou supérieure à celle des masselottes ordinaires; mais il n'en est pas ainsi, et l'on peut affirmer que cette méthode donnerait des produits défectueux.

Un examen attentif des circonstances qui accompagnent le refroidissement des bouches à feu, les analyses comparées du bronze des masselottes pendant les différentes périodes de ce refroidissement jetteront seuls du jour sur cette question.

On ne rappellera pas ici les phénomènes qui se présentent immédiatement quand on jette en moule les canons de bronze; mais on fera ob-

server que, pendant deux à trois heures après la coulée, le niveau du métal s'abaisse à l'embouchure des moules, que la teneur en étain diminue continuellement vers leur surface, d'où l'on est porté à conclure que la masselotte a non-seulement pour but de développer une pression hydrostatique, mais encore de compenser le retrait et de remplacer l'étain absorbé par les moules.

Une coulée se compose ordinairement d'une certaine quantité de métaux neufs, de vieux bronzes, de buchilles, enfin de métaux blancs extraits de la terre des moules. Composition de la coulée.

On commence par s'assurer du titre exact de chacune de ces matières par des analyses préparatoires; puis, au moyen d'un calcul très-simple, on détermine pour chacune d'elles la proportion qui doit entrer dans l'alliage; afin d'ailleurs de compenser l'abaissement du titre causé par les infiltrations d'étain, on établit tous ces calculs comme si le bronze devait contenir de treize à quatorze d'étain pour cent de cuivre. Détermination du titre.

On a souvent fait, dans la fonderie de Toulouse, pendant la fusion des matières, un essai rapide pour vérifier le titre moyen de la coulée: on puise un peu du métal après l'avoir brassé; on en dissout 5 grains dans l'acide nitrique pur; et l'oxide d'étain, réuni sur un filtre, est promptement lavé à l'eau bouillante. Le filtre tout mouillé est jeté dans un creuset de platine rouge. On dose ainsi l'étain, puis on conclut le cuivre par différence. Essai rapide.

Quant à la charge totale du fourneau, elle se trouve déterminée par les données suivantes fondées sur l'expérience :

	SIÉGE.		PLACE.		CAMPAGNE.		OBUSIERS.		MORTIERS.	
Calibres.	24	16	12	8	12	8	24	6	10	8
	kil.	*kil.*	*kil.*	*kil.*	*kil.*	*kil.*	*kil.*	*kil.*	*kil.*	*kil.*
Charge du fourneau . .	6114	4450	3580	2420	2500	1700	1820	2520	2525	1054
Pièce brute. .	3760	2640	2020	1430	1233	854	1582	2237	2320	854
Masselotte. . .	1600	1230	1070	615	1070	615	»	»	»	»
Echenaux. . .	150	145	140	135	140	135	155	140	140	140
Déchet probable	604	435	350	240	147	96	103	143	65	60
Déchet probable p. 100.	9,8	9,79	6,9	9,9	5,6	5,6	5,6	5,6	2,6	5,7

Pyromètre.

On a dit plus haut que la température du bronze, au moment de la coulée, avait une grande influence sur ses qualités. Il est donc intéressant d'avoir au moins des points de repère auxquels on puisse s'en rapporter, pour comparer l'état de deux coulées consécutives.

L'instrument qu'on emploie à cet usage est fondé, comme tous ceux du même genre, sur la dilatation d'une barre métallique. Mais si le principe est le même, l'application en est différente; elle repose sur un fait d'expérience dont la connaissance est due à M. le colonel Aubertin : nous ne pouvons mieux faire que de transcrire ici une note qu'il a bien voulu nous communiquer à ce sujet.

« Les physiciens ont reconnu que, pendant la » durée du refroidissement des corps, leurs températures sont en progression géométrique, » quand les temps sont en progression arithmétique. Ici, au moyen de l'instrument qui sera » décrit plus bas (*Pl.* V, *fig.* 4 et 5), nous avons » trouvé que la même loi existait entre les dilatations d'un barreau de fer et les temps observés.

» Nous appelons dilatation, la différence entre sa » longueur à chaque instant, et celle qu'il a après » l'entier refroidissement. Ainsi, en nommant d » cette dilatation au bout du temps t, l'on doit » avoir :

$$d = ma^t.$$

» a et m étant des coefficiens indéterminés.

» Ayant fait chauffer un barreau en fer de » 322 millimètres de longueur, nous avons me- » suré ses dilatations à divers instans, et calculé » ce qu'elles devaient être d'après la formule pré- » cédente; ce qui nous a donné les résultats ci- » dessous.

Secondes.		0″	25″	50″	75″	100″	120″
Dilatations.	Trouvées.	mm. 6, 900	mm. 6, 020	mm. 5, 200	mm. 4, 490	mm. 9, 900	mm. 3, 500
	Calculées.	6, 919	5, 991	5, 188	4, 493	3, 890	3, 468

» Par ce tableau, on voit que les dilatations » trouvées et calculées diffèrent peu.

» Nous avons fait une nouvelle expérience, et » nous avons opéré sur un barreau de 325 milli- » mètres. Les dilatations observées, celles qui ont » été calculées par la formule $d = ma^t$, et les » temps correspondans, sont inscrits dans le ta- » bleau suivant.

Temps.	Dilatations.		Temps.	Dilatations.	
	Trouvées.	Calculées.		Trouvées.	Calculées.
	mm.	mm.		mm.	mm.
0″	3,565	3,565	520″	1,535	1,657
10	3,510	3,519	570	1,435	1,539
20	3,455	3,461	620	1,345	1,430
30	3,390	3,411	670	1,270	1,328
50	3,285	3,312	720	1,190	1,234
70	3,180	3,215	770	1,115	1,146
90	3,075	3,122	820	1,050	1,065
110	2,990	3,031	870	0,980	0,989
130	2,890	2,950	920	0,910	0,919
150	2,780	2,858	970	0,850	0,854
170	2,675	2,775	1020	0,795	0,793
220	2,475	2,578	1070	0,740	0,737
270	2,270	2,395	1120	0,690	0,684
320	2,085	2,224	1170	0,650	0,636
370	1,940	2,067	1220	0,605	0,591
420	1,795	1,919	1270	8,560	0,561
470	1,660	1,787	1320	0,520	0,510
			1370	0,480	0,473

» On peut voir, par le tableau précédent, que » la loi dont il s'agit n'est pas tout-à-fait exacte » entre les limites où nous avons opéré; mais si, » se bornant à la première moitié des résultats » ci-contre, on détermine les coefficiens *a* et *m* » de manière que les dilatations à 0″ et 470″ ob- » tenues par le calcul soient les mêmes que celles » trouvées par l'expérience, on trouve une coïn- » cidence presque parfaite entre les dilatations » calculées et celles qui ont été déterminées réel- » lement; ce qui prouve que la loi dont il s'agit » n'est exacte qu'entre ces deux limites. Elle l'est » entre 6^{mm},900 et 3^{mm},500; puis entre 3^{mm},565 et » 1^{mm},660; enfin entre 1^{mm},660 et 0^{mm},480. Dans

» la pratique, il suffit de connaître la loi qui lie les » dilatations et les temps dans les limites entre » lesquelles on opère; et la première des expé- » riences suffit à nos besoins. »

L'appareil (*Pl.* V, *fig.* 4 et 5) au moyen duquel on mesure les dilatations est très-simple, et permet de multiplier autant qu'on veut les raccourcissemens produits par les diminutions de température.

AB, CD sont deux barres de fer : leurs faces intérieures concourent en un point O. Une barre EF glisse à frottement doux dans les traverses AC et BD; elle est tirée par un contre-poids Q, disposé comme le représente la figure. Elle entraîne la barre en croix *gh*, qui fait corps avec elle, et les deux galets *g*, *h* qui sont montés sur cette barre.

Si on pose sur les galets la barre MN soumise à l'expérience, le contre-poids Q ne pourra plus descendre qu'au fur et à mesure du raccourcissement de MN; il forcera, à chaque instant, les extrémités M,N à s'appuyer sur les faces intérieures des barres AB et CD.

Soient M′ N′, M″ N″ deux positions observées de la barre MN, dont la longueur était primitivement connue. On trouvera facilement sur la figure

$$M'N' = \frac{BD}{BO} \times M'O, \quad M''N'' = \frac{BD}{BO} \times M''O$$

Le rapport $\frac{BD}{BO}$ dépend de la forme de l'appareil; c'est une quantité connue d'avance. M′O et M″O dépendent de la position de la barre d'épreuve au moment de l'observation, et se lisent sur les graduations de la barre CD. M′N′ et M″N″, se trou-

vent donc déterminés. On en conclut les dilatations correspondantes d' et d''. Appelons t' et t'' les temps correspondans, comptés à partir de l'instant où la barre d'épreuve a été soustraite au foyer de chaleur : l'on a

$$d' = ma^{t'}$$
$$d'' = ma^{t''}$$

d'où l'on tire

$$\log.\ a = \frac{\log.\ d' - \log.\ d''}{t' - t''}$$

$$\log m. = \frac{t'.\ \log.\ d'' - t''.\ \log.\ d'}{t' - t''}$$

portant ces valeurs numériques dans l'équation générale

$$d = ma^{t}.$$

On en conclura la dilatation maximum D, au moment où l'on a retiré la barre, en faisant $t = o$.

$$\log.\ \mathrm{D} = \log.\ a + \log.\ m =$$
$$= \frac{(t' - 1)\ \log.\ d'' - (t'' - 1)\ \log.\ d'}{t' - t''}$$

Pour éviter toute adhérence, et pour que le poids Q exerce toute son action, on communique pendant l'expérience un petit mouvement de trépidation à tout l'appareil.

La barre, dont les extrémités se terminent en biseau, est enveloppée de deux petits capuchons de tôle à chaque bout. Le tout, cendré et flambé, plonge pendant dix minutes dans le bain circulaire en bronze, au tiers à peu près du rayon à partir de la circonférence. La théorie (voyez le *Traité* de Fourier, *sur la chaleur)* s'accorde avec l'expérience pour y placer la température moyenne du bain. Au moment où l'on retire la barre d'é-

preuve, on commence à compter le temps avec une bonne montre à secondes; on défait les calottes de tôle, et on mesure la contraction comme on l'a dit plus haut.

On doit autant que possible, afin d'obtenir des résultats comparables, employer des barres provenant de la même usine, et mieux encore de la même gueuse. On doit négliger les indications fournies par les stations trop voisines des traverses des bouts; leur voisinage influe trop sur le refroidissement. On ne doit pas, enfin, comparer entre elles les données fournies par une barre qui sert pour la première fois, ou qui sert pour la seconde: celle-ci conduit toujours à des résultats trop faibles; et ce fait paraît tenir à ce que le fer, déjà chauffé, puis refroidi, se dilate moins quand il éprouve de nouveau l'effet de la chaleur.

Deux barres qui ont servi un même nombre de fois sont d'ailleurs parfaitement comparables.

Avant d'entreprendre la description du moulage, nous allons indiquer la composition des diverses matières employées dans cette opération.

La terre est un mélange, en proportions variables, de terre glaise, de crottin de cheval, de bourre de bœuf bien battue pour en séparer le poil.

La potée se compose en volumes de 30 parties d'argile pourrie, 10 de crottin de cheval, 32 de sable de rivière, 3 de bourre battue.

Ou bien de 100 k. de terre glaise, 15 k. de crottin de cheval, 2 k. de bourre battue, 50 k. de sable de rivière.

Le tout bien corroyé à l'eau sur une table.

La grosse terre est un mélange d'argile, de ciment (brique pilée tamisée) et de bourre de bœuf.

Le terre noire est un mélange de potée et de charbon pilé et tamisé.

Les cendres de tanneur sont des cendres lessivées mises en suspension dans de l'eau légèrement chargée de colle. La gélatine donne du liant à cette matière, et permet de l'étendre à la brosse. Les cendres doivent être parfaitement privées de potasse, sans cela elles se vitrifieraient par la chaleur.

Le plâtre est employé sans mélange.

La cire de moulage se compose de 2 parties de cire jaune et 1 partie de résine.

Moulage. Le moulage en terre comprend deux opérations bien distinctes :

La confection du modèle;

La confection du moule, chemise ou chappe.

Le modèle, comme le moule des bouches à feu, se compose de plusieurs tronçons qui correspondent aux diverses parties de la pièce brute. Toutes les dimensions linéaires sont augmentées de $\frac{1}{144}$ pour compenser le retrait.

Confection des des modèles. Le modèle de la culasse, depuis le faux-bouton jusqu'à la plate-bande, se coule en plâtre.

Le modèle du corps de la pièce, depuis la plate-bande jusqu'à la portée, et celui de la masselotte, sont en terre; on les construit autour d'un trousseau horizontal revêtu de tresses de paille. On l'enduit de plusieurs couches de terre; on finit par le profiler au gabarit.

Pour déterminer sur le corps de la pièce l'emplacement des anses et des tourillons, on commence par établir au niveau la direction de l'arête culminante : leur position se trouve ensuite indiquée par un cercle tracé par le gabarit, et par un gabarit des anses qui représente le profil d'une

section perpendiculaire à l'axe de la pièce, passant d'ailleurs par l'axe des tourillons.

Les anses sont en cire; les tourillons sont en plâtre; on les fixe avec de grands clous.

Confection de la chappe.

Quelle que soit la nature du modèle, la chemise se fait de la même manière.

On commence par couvrir à la brosse le modèle d'une couche de cendres de tanneur; on prévient ainsi l'adhérence du moule. La chappe se compose ensuite de couches minces de potée, puis d'un mélange à parties égales de potée et de grosse terre, enfin de grosse terre. La première enveloppe a 2 p. à 2 p. $\frac{1}{2}$ d'épaisseur, suivant les calibres; la seconde, 3 p.; la troisième, 1 à 2 p.

Sur le corps de la pièce, on soutient les anses et les tourillons avec des briques; on mastique le tout avec de la potée, et on entoure le moule de longs brins de chanvre. On retire les clous qui laissent un trou dans la chappe. On fait écouler par là la cire fondue. Chaque couche est séparément desséchée et durcie au feu.

Le moule de la culasse se place sur un fourneau, sous une cloche de tôle percée de trous.

On chauffe le moule de la masselotte et celui de la pièce en allumant du feu sous le trousseau.

Entre le premier et le second enduit, entre le second et le troisième, on revêt la chappe d'une forte armature en fer. C'est un treillage en bandes de fer qui enveloppe la surface de révolution suivant ses méridiens et ses parallèles. Les cercles sont à charnière, terminés par des crochets qu'on rapproche avec des tenailles. On les relie avec du fil de fer, tordu ensuite à la manière de la corde qui bande une scie. Quand le moulage est achevé, on brise dans la chappe les parties en plâtre qu'on

retire par fragmens. On chasse les trousseaux à coups de masse, et l'on détruit les modèles en terre.

Les mortiers se coulent à noyau vide, la volée en bas. Le corps de la pièce fait suite à la masselotte dans la même chappe. Le noyau se construit par les procédés qu'on vient de décrire. On remplit la place du trousseau de sable étamé.

Cuisson des moules.

La chappe de la pièce est descendue verticalement dans la fosse; on l'établit sur une tour en briques sèches. On allume au centre un feu de charbon, qu'on entretient avec de longues perches de bois blanc. La flamme sort par le haut du moule et par les tourillons. On finit par clore tous les orifices, et par donner un coup de feu. L'intérieur du moule est d'un rouge blanc, l'extérieur d'un rouge sombre. La cuisson dure 5 à 6 heures, le refroidissement 24 heures.

La chemise de la masselotte subit hors de la fosse la même préparation. Le moule de la culasse et le noyau des mortiers sont cuits au charbon de bois dans une petite tour en briques. Chaque tronçon est cendré avec un écouvillon, puis flambé avec un bouchon de paille. A chaque bout on entaille au ciseau une rainure, ou une languette circulaire qui forme l'assemblage en tabatière de deux tronçons successifs; on en fait autant aux ouvertures des tourillons. Le moule de la culasse, qui doit supporter une énorme pression hydrostatique, est ensuite emboîté dans un panier de bronze; on le scelle ensuite avec du plâtre; on en fait autant du noyau des mortiers.

Enterrage des moules.

On commence par asseoir le panier de culasse dans un trou au fond de la fosse; ensuite on descend bien verticalement le moule du corps de la

pièce, et l'on ferme les tourillons avec des pains de terre cuite. On remplit la fosse de couches de terre de 8 à 10 pouces d'épaisseur, bien étamées avec des masses échauffées. Quand la terre s'élève jusqu'aux tourillons, on pose le moule de la masselotte. On attache les tronçons entre eux par les crochets des armatures; et comme il est impossible que les assemblages en tabatière joignent hermétiquement, on a garni leur contour d'un saucisson de terre noire, qui s'écrase et remplit toutes les fentes. Pendant l'enterrage, le moule reste bouché par en haut; on a d'ailleurs descendu dans son intérieur un plateau concave destiné à recevoir les matières qui pourraient s'y introduire par accident. On construit enfin les rigoles ou échenaux qui distribuent le bronze fondu. De petits trous appelés trompes, percés dans la paroi du moule à 6 pouces de son orifice supérieur, débouchent dans les échenaux. Les échenaux sont en briques, et doivent être cendrés et flambés, comme tous les outils en fer ou en fonte exposés à toucher le bronze en fusion.

On débouche les moules, on retire le plateau suspendu à l'intérieur, on y descend une bougie allumée. Si quelque matière s'y est introduite, on la saisit par adhérence avec une perche garnie d'un tampon de terre noire. On bouche les trompes avec un obturateur, puis on perce le trou de coulée avec un ringard appelé perrierre; on laisse ensuite les moules se remplir l'un après l'autre. On finit par les couvrir d'une rasse de charbon de bois. Coulée.

Si la coulée est chaude, le jet est vert et brillant: si elle est froide, il est rouge et terne.

Au bout de 12 heures on déblaie les terres; au bout de 48 heures on enlève les moules; on les

brise à coups de masse; on découvre les pièces avec des tranchans acérés.

Chargement du fourneau, conduite du feu.

Nous avons anticipé sur l'ordre des matières en nous occupant de la coulée, qui nous a paru venir à sa place. Nous allons reprendre la conduite du feu pendant la fusion qui s'opère dans le fourneau dont les détails circonstanciés sont représentés, *Planche* V, *fig.* 1, 2 et 3.

On charge d'abord les cuivres, les bouches à feu hors de service, les vieux bronzes, tels que masselottes, échenaux, etc., et l'on a toujours soin de placer les grosses pièces du côté de l'autel. Cette opération oblige à pénétrer dans le fourneau, et se fait par conséquent avant qu'on n'allume le feu.

On n'emploie que le bois pour combustible; ce sont des bûches de chêne d'un faible diamètre. Cette préférence tient d'abord à ce que les houilles, même les plus pures, contiennent toujours une certaine quantité de soufre, qui est sujet à altérer la qualité du bronze; ensuite à ce que le bois donne un feu plus égal. En effet, dans un fourneau alimenté à la houille, l'introduction du combustible est immédiatement suivie d'une épaisse fumée, et d'une interruption plus ou moins prolongée de flamme; tandis que le bois se charge bûche par bûche, et donne une flamme claire et soutenue, dont la chaleur est d'ailleurs bien suffisante pour produire la fusion du bronze.

Pendant les trois ou quatre premières heures, le feu paraît languir. Au bout de la première, en effet, il s'est allumé lentement; le bronze s'est couvert d'une suie noire déposée par la fumée; une flamme terne s'allonge à peine jusqu'aux soupiraux; puis le feu augmente graduellement. Au

bout de la troisième heure, le bronze est d'un rouge cerise, et les petits fragmens placés du côté de l'autel commencent à entrer en fusion. Au bout de la quatrième heure, les parois du fourneau sont d'un rouge vif; le métal est à la température blanche; la liquation de l'étain commence à s'opérer, et les morceaux ressemblent à des masses de neige. Six à sept heures après la mise en feu, la masse totale est presque liquéfiée. Afin de pousser vivement la chaleur, on jette à chaque instant des bûches dans le foyer. La flamme sort par toutes les issues. Avec des perches de bois bien sec, on brasse la matière; on pousse vers l'autel les lingots non fondus; avec des râbles en bois, on écume les crasses qui nagent à la surface.

Quand tous les métaux sont en pleine fusion, on charge les buchilles à la pelle. De temps en temps on fait des projections partielles; et la matière touche à peine le bain, qu'elle disparaît. On brasse pour maintenir l'alliage homogène; puis, lorsque tout le bronze est fondu, l'on complète la charge en métaux blancs, et en étain qu'on glisse successivement en saumons dans le bain de bronze; puis on écume et l'on brasse avec des râbles en bois. La présence du bois dans le bronze détermine une vive ébullition, qui facilite beaucoup le mélange. Jamais les deux portes du fourneau ne doivent être ouvertes à la fois, pour éviter le refroidissement produit par le courant d'air.

Quand le chargement est complet, on ferme les portes, et l'on donne un dernier coup de feu qui porte la coulée à son maximum de température. On brasse, on écume pour la troisième et dernière fois; puis, après avoir pris la température au moyen du pyromètre, on fait jouer la per-

rierre. L'opération dure ordinairement 14 à 17 heures.

Quand la chaleur est élevée, le bronze est très-liquide; il rend un son clair par l'agitation; les rides se propagent rapidement sur le bain; la pression hydrostatique repousse fortement les perches qu'on y plonge; des charbonnilles brillantes courent rapidement à la surface; enfin, le pyromètre marque un degré très-élevé.

Sciage de la masselotte.

Un trait marqué sur le moule par le gabarit, a parfaitement tracé le point où la masselotte doit être séparée.

Le canon, engagé par le faux bouton dans un manchon carré de bronze, est soutenu en un point de sa volée sur deux galets de bronze qui roulent sur des axes d'acier.

Il reçoit un mouvement de rotation dans cet état, pendant qu'un outil en forme de bec-d'âne trace au point de division un sillon profond, qui finit par détacher la masselotte. Un filet d'eau tombe continuellement sur le couteau.

Centrage de la pièce.

Pour déterminer l'axe de figure, on choisit deux points où le contour parait à peu près circulaire; on fait par-là reposer la pièce sur deux demi-lunettes en bois. On approche à chaque bout une règle verticale immobile; on fait faire à la pièce un tour entier par quart de révolution; à chaque temps d'arrêt on trace sur la tranche une ligne verticale. On se procure ainsi à chaque bout deux carrés, ou deux rectangles semblables, suivant que le contour était ellipsoïdal ou circulaire; le centre de ces figures est dans l'axe de révolution.

On parvient à faire tourner la pièce par quarts de circonférence, en rendant horizontale la ligne qu'on vient de tracer verticalement.

Deux points de l'axe une fois déterminés, il est facile d'arriver par tâtonnement à forer à chaque bout un trou cylindrique dans la direction de cet axe.

Deux pointes pénètrent à chaque bout dans les trous du foret. La pièce ainsi soutenue reçoit un mouvement de rotation, au moyen d'un manchon carré qui embrasse le faux bouton. Un chariot mobile porte l'outil; deux vis lui communiquent des mouvemens rectangulaires, l'un parallèle, l'autre perpendiculaire à l'axe du tour. Un ouvrier le dirige à volonté; il profile le contour de la pièce au moyen de compas d'épaisseur, de gabarits et de longues règles divisées. Le cercle qui passe par l'axe des tourillons sert de point de départ pour porter les longueurs. Tournage.

On emploie la gouge, le grain d'orge, ou le ciseau plat. L'outil doit mordre peu à la fois, pour ne pas produire à la surface des ondes et des guillochages.

Les mortiers se tournent comme les canons. Comme on les a coulés creux, on commence par remplir l'âme avec un manchon de bronze.

Le canon, soutenu comme précédemment par le faux bouton, repose par sa portée sur deux galets de bronze; un chapiteau de fonte s'appuie sur la portée, et empêche la pièce de se soulever par les tressaillemens causés par les efforts de l'outil. Forage.

L'axe de figure est incliné à l'horizon, de manière que les buchilles sortent naturellement par la bouche. On amorce d'abord le trou avec une langue de carpe; puis, au moyen de deux fils à-plomb, on place la tige du foret dans la direction d'une ligne tracée sur le banc de forerie. Cette ligne est dans un même plan vertical avec l'axe de

la pièce, et forme au-dessus de son prolongement un angle de quelques secondes qui a son sommet à la bouche du canon.

L'épaisseur du foret est telle que le tranchant du couteau passe par l'axe.

Une crémaillère et un cric pressent l'outil contre le bronze.

La tige glisse à frottement doux dans des portions de rainures.

L'outil est inébranlable quand il commence à mordre; il ouvre devant lui un cylindre concentrique à l'axe de la pièce.

Quand la tête est engagée, la tige est soulevée à cause de l'angle formé par l'axe de la pièce avec la direction du foret; elle fléchit et appuie le talon de l'outil sur la paroi de l'âme. Si cette âme est bien centrée, l'instrument ne peut plus dévier.

Théoriquement, l'âme ne peut jamais se trouver excentrique. Dans la pratique, plusieurs causes amènent ce fâcheux résultat: la flexion du faux bouton, qui peut céder sous le poids de la pièce; un défaut dans la construction d'un foret dont le tranchant ne passe pas par l'axe. L'excentricité se manifeste bientôt à la bouche par l'oscillation de la tige du foret. On rend cet indice sensible en approchant sur l'établi, et près de la bouche, une équerre immobile qui embrasse le plat et la tranche de la tige. Ces deux faces ne doivent ni s'en approcher ni s'en écarter pendant la rotation de la pièce.

Si l'on réfléchit, au moyen d'un miroir, la lumière du soleil ou celle d'une bougie dans l'âme d'un canon monté sur le tour, on aperçoit facilement, au mouvement et à la forme des arêtes

lumineuses, si le foret a ou n'a pas marché en ligne droite.

Après le foret, on ouvre le diamètre de l'âme avec des rouleaux : ces instrumens, amorcés par un long cylindre, ne peuvent dévier.

Ciselage.

Le second renfort ne peut être tourné, à cause de la présence des tourillons et des anses; on remplace l'action du tour par un ciselage à la main, on finit à la lime l'ouvrage dégrossi au burin; puis on fait disparaître les traits de lime par un martelage long-temps répété.

Tracé des tourillons.

Pour tracer les tourillons et leurs embases, on dresse d'abord, sur les deux tourillons, les arêtes correspondantes, à angle droit sur l'axe de la pièce; on achève les tranches d'équerre sur ces deux arêtes. On retourne la pièce, et l'on fait la même opération sur les deux arêtes diamétralement opposées.

Au moyen de cales, on établit ces arêtes horizontales, et la ligne des centres qui aboutit aux arêtes dégrossies, bien verticale.

Avec un niveau, l'on prend le point culminant des deux astragales tournées; sur ces points on fait reposer des tasseaux préparés pour chaque calibre. Une règle en fer placée sur les deux tasseaux est parallèle à l'axe de la pièce.

A cheval sur cette pièce, on dresse une double équerre dont les pates reposent sur les arêtes dégrossies.

Pour nous représenter la méthode, supposons une coupe transversale dans le canon, Pl. V, *fig.* 6.

O sera l'axe de la pièce;

A l'arête supérieure de la règle;

B l'arête supérieure de la double équerre;

C.C. les milieux des verticales tracées sur la tranche de chaque tourillon;

M un point de la ligne idéale qui joint ces points.

Les mêmes lettres accentuées représentent les mêmes points, quand on place la règle et l'équerre de la même manière sur la pièce retournée; on mesure, dans la première position, la ligne AB : puis on retourne la pièce, et par les mêmes moyens on mesure A'B'.

On trouvera facilement sur la figure les égalités suivantes :

$$OA = OA'.$$
$$MB = MB'.$$

Or,

$$OA = MB - OM - AB$$
$$OA' = MB' + OM - A'B',$$

et à cause de la première égalité et de la seconde

$$OM = \frac{A'B' - AB}{2}.$$

On peut maintenant facilement tracer, sur la tranche de chaque tourillon, la position du point O. Puis, au moyen des distances données par les tables, trouver le centre véritable du tourillon.

Rien ensuite n'est plus simple que de les ciseler, et que de construire les embases qui leur sont concentriques. La longueur des embases et des tourillons est donnée à partir de l'arête culminante, quand les tourillons sont horizontaux.

Quant à la position des anses, elle se déduit immédiatement de celle des tourillons. Ceux-ci une fois ciselés, les anses se déterminent au moyen d'un gabarit des anses en tout semblable à celui qui a servi à placer les anses de cire sur le modèle.

La lumière, percée dans le bronze, se brûle et s'agrandit.

On loge dans le canon un prisonnier de cuivre dans lequel on perce un trou de lumière. Placement du grain de lumière.

On met à profit la propriété connue du cuivre, d'augmenter de dureté et de tenacité par l'écrouissage et le recuit.

Du cuivre pur est fondu dans une lingotière, puis étiré au laminoir en barres carrées, puis en barres rondes. Il est recuit, coupé de longueur, préparé à la forge, monté sur le tour en l'air, tourné, percé et fileté.

La pièce est ensuite établie entre deux jumelles sur des lunettes en bois. On rend les tourillons horizontaux.

Deux montans fixés dans les jumelles portent une vis en fer de même grosseur et de même pas que le grain de lumière. On la manœuvre à bras avec un moulinet. Son écrou est mobile, de sorte qu'elle peut prendre toutes les inclinaisons possibles avec la verticale.

Après avoir déterminé l'arête culminante de la pièce, on incline la vis, de manière qu'elle fasse avec cette arête un angle prescrit donné par une fausse équerre : puis on perce au foret un trou dans cette direction.

A l'extrémité de la vis, on adapte ensuite un outil amorcé par un rouleau.

Au rouleau succède un couteau de biais, puis un grain d'orge latéral.

Quand on fait avancer la vis, le couteau ouvre un avant-trou, tandis que le grain d'orge reproduit dans l'écrou le pas de la vis directrice : la vis

sert ensuite de tourne-à-gauche pour loger le grain dans sa prison.

Épreuve, réception.

Les bouches à feu sont, dans cet état, soumises à des épreuves prescrites par les règlemens.

Outre les vices de construction, elles peuvent encore présenter les défauts suivans :

1°. *Des sifflets* ou sillons longitudinaux;

2°. *Des chambres* ou cavités intérieures;

3°. *Des soufflures* ou cavités superficielles;

4°. *Des cendrures* ou taches noires superficielles produites par les impuretés qui nagent à la surface du bain;

5°. *Des taches d'étain.* Ces parties blanches indiquent, dans le métal, un grand défaut d'homogénéité: la cause ordinaire est due à la liquation de l'étain. On y a trouvé jusqu'à 0,25 de ce dernier métal.

Quand la pièce est reçue, on la remonte sur le tour, on l'alèse avec soin; on amène le calibre à sa dimension définitive. On soumet alors la bouche à feu à une nouvelle visite, puis on trace la ligne de mire. On coupe le faux bouton, on pèse la bouche à feu, et l'on y appose les marques prescrites par les ordonnances.

MÉCANIQUE.

Compte rendu d'une mission dans les fonderies d'artillerie, dont le but était de comparer et d'étudier les effets des moteurs qui y sont employés.

Par M. MORIN, capitaine d'artillerie.

(Extrait par M. *Eug. Lefébure de Fourcy*, élève-ingénieur des Mines.)

(*Suite et fin*) (1).

III. ROUES HYDRAULIQUES.

1°. *Expériences sur la roue hydraulique à augets de la filature de MM. Schlumberger, à Guebwiller (Haut-Rhin).*

Cette roue (Pl. I, fig. 6), de construction anglaise, est en fonte. Elle pèse 25000^k; son diamètre extérieur est de $9^m,10$; sa largeur intérieure est de $3^m,155$. Elle porte 96 augets en tôle, espacés à la circonférence extérieure de $0^m,30$ et fixés à des joues en fonte de $0^m,30$ de largeur dans le sens des rayons.

L'eau entre à 50° environ du sommet, au moyen d'une vanne faisant un angle de 40° avec la verticale; en s'abaissant, cette vanne démasque un orifice garni de cloisons qui dirigent l'eau dans les augets. Par cette disposition, il y a peu de rejaillissement.

La chute utilisée, ou la distance du niveau des

(1) Voyez la première partie de cet extrait même tome, page 93.

réservoirs au point inférieur de la roue, varie entre 7^m, 70 et 7^m, 80.

La présence des cloisons pouvant apporter, dans l'écoulement, des modifications qui n'auraient pas permis d'employer les valeurs ordinaires du coefficient de contraction, on a recouru à la mesure directe pour s'en assurer. On a jaugé le cours d'eau en en mesurant la section et la vitesse. La vitesse étant de 0^m, 454, on l'a réduite, d'après M. Prony, aux $\frac{4}{5}$ pour avoir la vitesse moyenne, parce qu'elle tombe entre 0^m, 40 et 1^m, 30 : ce qui a donné 0^m,36. Le produit du cours d'eau était alors de $0^{m.c.}$,758 par seconde.

Au même instant, la vanne démasquait 3 orifices. Connaissant les dimensions et la hauteur du niveau de l'eau pour chacun d'eux, on a trouvé la dépense théorique de $1^{m.c.}$,00571 en 1″. Le rapport $\frac{0,758}{1,005}$ =0,754 donne le coefficient de contraction à employer dans le calcul des dépenses d'eau faites par cette vanne (1).

La roue hydraulique est munie intérieurement d'un cercle denté faisant mouvoir un pignon dont l'axe porte un second cercle chargé de communiquer le mouvement au moyen de deux pignons, d'une part aux broches de la filature, de

(1) M. Poncelet a trouvé que le coefficient est de 0,75, si l'eau s'écoule par un orifice dont trois côtés soient dans le prolongement du fond du réservoir et n'offrent pas de contraction, l'autre paroi étant inclinée à 1 de base sur 2 de hauteur ; le coefficient est 0,80, si cette paroi est inclinée à 1 de base sur 1 de hauteur. Ici il n'y a de contraction ni sur les faces latérales, ni sur le côté supérieur, et la vanne est inclinée à 40° avec la verticale, de sorte qu'elle est comprise entre les deux inclinaisons ci-dessus : notre coefficient se trouve en effet compris entre 0,75 et 0,80.

l'autre aux tours d'un atelier de serruriers mécaniciens. L'axe du dernier cercle reçut un manchon que l'on tourna sur place pour y appliquer le frein ; on interrompit les communications des deux pignons avec les ateliers, de manière que le travail moteur fourni par le cours d'eau fut employé à vaincre, d'une part le travail résistant dû au frein, de l'autre les divers frottemens produits, soit sur les tourillons, soit sur les engrenages. En tenant compte de ces diverses circonstances, on est arrivé à la formule :

$$P = 345^{k} + 7{,}957\,F^{k},$$

F est la charge du frein, et P l'effort moyen que le moteur transmet à chaque instant à la circonférence milieu des augets; en le multipliant par la vitesse de cette circonférence déduite de l'observation, on aura, pour chaque expérience, le travail réellement transmis à la roue par le moteur. C'est là l'effet utile réel de la roue; en en retranchant l'effet donné par le frein, on a la quantité de travail consommé par les frottemens.

Les diverses expériences qu'on a pu faire ont conduit aux résultats suivans.

Expériences faites en août 1829, *sur la roue hy-*
(Haut-

N^os.		QUANTITÉ DE TRAVAIL FOURNI PAR LE MOTEUR EN 1".		CHARGE DU FREIN.			Vitesse que le crochet du frein tendrait à prendre.	TRAVAIL MESURÉ PAR LE FREIN OU TRAVAIL DISPONIBLE		Rapport du travail disponible à celui fourni par le moteur.	Vitesse d'affluence de l'eau dans les augets.
des séries.	des expériences.	en kil. élevés à 1 m. en 1".	en chevaux de 75 k. m.	Constante.	Variable.	Totale.		en k. m.	en chev.		
		k. m.	chev.	k.	k.	k.	m.	k. m.	chev.		m.
	1			132		132	12,58	1660	22,13	0,63	
	2			132	80	212	8,77	1859	24,78	0,71	
1	3	2626	35,01	132	120	252	7,70	1940	25,86	0,74	3,01
	4			132	160	292	5,89	1720	22,93	0,66	
	5			132	200	332	»	»	»	»	
	1			132	40	170	14,50	2496	33,28	0,65	
	3			132	80	212	12,17	2580	34,40	0,67	
2	2	3838	51,17	132	160	292	8,57	2503	33,37	0,65	3,38
	4			132	200	332	7,70	2557	34,09	0,66	
	5			132	240	372	»	»	»	»	
	1			132		132	20.97	2767	36,89	0,46	
	2			132	40	172	17,99	3094	40,98	0,52	
	3			132	80	212	15,72	3344	44,58	0,56	
3	4	5951	79.34	132	160	292	12,17	3554	47,39	0,60	3,68
	5			132	200	332	11,04	3666	48,88	0,62	
	6			132	240	372	6,99	2599	33,32	0,60	
	7			132	280	412	»	»		»	

draulique à augets de M. Shlumberger, à Guebwiller Rhin.)

Valeurs de k.	Vitesse de la circonférence moyenne des augets.	Effet théorique de la roue.	Effet utile total, ou travail transmis à une circonférence moyenne des augets.	Rapport de l'effet utile total à l'effet théorique.	Volume d'eau à introduire dans chaque auget.	Quantité de travail consommé par le frottement en 1''.	OBSERVATIONS.
m.	m.	k. m.	k. m.		m. c.	k. m.	
	1,69	2548	2357	0,92	0,060	697	
	1,18	2555	2398	0,94	0,086	539	
7,31	1,03	2541	2420	0,95	0,098	480	
	0,79	2531	2108	0,83	0,128	388	
	»	»	»	»	»	»	Roue arrêtée.
	1,95	3692	3342	0,91	0,078	846	
	1,64	3693	3332	0,90	0,090	752	
7,19	1,15	3681	3168	0,87	0,129	665	
	1,04	3674	3106	0,85	0,142	549	
	»	»	»	»	»	»	Roue arrêtée.
	2,82	5612	3934	0,70	0,081	1167	
	2,42	5661	4148	0,73	0,095	1054	
	2,12	5681	4308	0,76	0,108	964	
7,08	1,64	5684	4376	0,77	0,146	822	
	1,49	5678	4451	0,78	0,154	785	
	0,94	5624	3295	0,58	0,244	696	
	»	»	»	»	»	»	Roue arrêtée.

La quantité de travail fourni par le moteur en 1″ s'obtenait en prenant la dépense du cours d'eau au moyen d'un flotteur, et la multipliant par la chute totale, qui ici s'est trouvée comprise entre $7^m, 78$ et $7^m, 77$.

L'on représente par h la hauteur du point où la roue reçoit l'eau, au-dessus de celui où elle la quitte. La théorie suppose cette quantité égale à la hauteur du point d'affluence au-dessus du point inférieur de la roue.

Le volume d'eau à introduire dans chaque auget s'obtenait avec une approximation suffisante en divisant la dépense d'eau en 1″ par le nombre d'augets qui passent devant l'orifice dans le même temps. L'effet théorique de la roue a été calculé au moyen de la formule due à M. Poncelet :

$$Pv = mgh + m(V - v)v.$$

v est la vitesse à la circonférence moyenne des augets;

m est la masse d'eau dépensée en 1″, laquelle est égale à $\frac{1000\, Q^k}{g}$, Q étant le volume d'eau dépensé en 1″ et estimé en mètres, et $g = 9^m, 8088$ étant la gravité ;

V est la vitesse avec laquelle l'eau arrive à la circonférence moyenne des augets.

En comparant les trois premières expériences de la première série et les deux premières de la deuxième, nous voyons que la vitesse de la circonférence de la roue variant depuis 1^m jusqu'à 2^m environ, et le volume d'eau introduit dans les augets ne dépassant pas la moitié de leur capacité qui avait été trouvée égale à $0^{m.c.}, 183$, le rapport de l'effet total à l'effet théorique est 0,92. Il paraît devoir être plus fort pour les vitesses voisines de

1m que pour celles qui sont plus grandes. L'on voit en même temps que les frottemens consomment une quantité d'action d'autant moindre que la vitesse de la machine est moindre elle-même.

La quatrième expérience de la première série et les troisième et quatrième de la deuxième série ne donnent plus que 0,85 pour la valeur moyenne du rapport de l'effet total à l'effet théorique, quoique les vitesses soient comprises entre 0m,79 et 1m,15; mais le volume d'eau introduit dans les augets dépasse les $\frac{1}{2}$ de leur capacité totale, et le versement de l'eau diminue plus rapidement la force motrice que dans les expériences citées plus haut.

Dans les cinq premières expériences de la troisième série, le rapport est plus faible que dans les précédentes : il croît à mesure que la vitesse diminue; mais à celle de 0m,94 par 1″, il tombe brusquement de 0,78 à 0,58. Dans cette série la dépense d'eau était très-grande; et, en examinant les circonstances particulières de chaque expérience, on trouve deux causes influant en sens contraire sur la valeur du rapport. Dans les premières la vitesse de la roue est très-grande, et le volume d'eau introduit à peine égal à la moitié de la capacité des augets; la force centrifuge, proportionnelle au carré de la vitesse, accélère le versement de l'eau et diminue le rapport de l'effet utile total à l'effet théorique, qui est calculé en faisant abstraction de cette force. A mesure que la vitesse diminue, le rapport tendrait à augmenter par cette cause; mais, le volume d'eau reçue par les augets s'accroissant en raison inverse de la vitesse, la capacité des augets se remplit de plus en plus, et le versement de l'eau commence d'autant

plus tôt. A la sixième expérience, le volume d'eau que chaque auget devrait recevoir dépasse sa capacité : de là le changement brusque dans le rapport de l'effet utile total à l'effet théorique.

L'on peut donc tirer les conclusions suivantes :

1°. Le volume d'eau à introduire dans les augets ne doit pas dépasser la moitié de leur capacité ; alors on pourra réaliser 0,92 de l'effet théorique, avec une vitesse de 1^m à 2^m à la circonférence de la roue ; mais, la quantité de travail consommé par les frottemens croissant avec sa vitesse, il faudra se borner à la vitesse de 1^m ;

2°. Si le volume d'eau à dépenser et la capacité des augets sont donnés, il faut régler la vitesse de la roue de manière que le volume du liquide à introduire dans chaque auget ne dépasse pas les deux tiers de sa capacité. Dans ce cas, si les vitesses ne sont pas trop grandes, on pourra réaliser 0,85 de l'effet théorique ; mais si la vitesse dépasse 2^m, même quand les augets ne seraient qu'à moitié pleins, le rapport ne sera plus que de 0,75 à 0,70, et diminuera à mesure que la vitesse augmentera.

Ces résultats ne sont d'ailleurs applicables qu'à de grandes roues et à des circonstances de construction analogues à celle qui nous occupe, parce que, dans de petites roues, des vitesses de 2^m auraient une influence beaucoup plus grande. Pour apprécier en masse la quantité de travail consommé par les résistances passives de toutes les machines de cette filature, on a fait embrayer toutes les communications de mouvement; on avait une dépense de $0^m,197$ d'eau par $1''$ et une chute de $7^m,66$; la roue marchait à la vitesse de $1^m,59$ par $1''$, ce qui correspond à environ 18 tours de

l'arbre de couche du grand cercle en 1′, vitesse qu'elle prend ordinairement. La dépense d'eau étant faible, cette expérience est dans le cas de celles où le rapport de l'effet réel à l'effet théorique est égal à 0,92 ; de sorte qu'à cause de $mg = 197^{k.m.}$; $h = 7^m,185$; $V = 3^m,04$; $v = 1^m,59$, on a pour l'effet théorique :

$$1451^{k.m.};$$

et pour l'effet utile total :

$$1151 \times 0,92 = 1335^{k.m.} = 17,80 \text{ chev.}$$

La machine faisait alors mouvoir à vide les métiers de 2300 broches, avec toutes les machines de préparation ; ce qui donne 1,29 cheval-vapeur par 1000 broches pour vaincre les résistances passives des machines.

2°. *Expériences sur la roue hydraulique de la fonderie de canons de Toulouse.*

La roue de la forerie de la fonderie de Toulouse est une roue à aubes (fig. 7) qui se rapproche des roues de côté, en ce que l'intervalle entre les aubes est à moitié fermé par un fond, et qu'elle reçoit l'eau à $0^m,50$ au-dessus de son point inférieur. Il y a donc choc et pression de l'eau sur les aubes. La roue est inclinée de 34° 30′, et l'eau à sa sortie suit un plan incliné de 9° 25′ et long de $0^m,78$. A partir de l'extrémité de ce plan, un arc de cercle concentrique à la roue forme le fond du coursier dans lequel la roue n'a en dessous et de côté que $0^m,01$ de jeu. Le diamètre de la roue est de 6^m extérieurement ; le nombre des aubes est de 36 : elles sont dirigées dans le sens

du rayon, et ont $0^m,50$ de largeur sur $1^m,60$ de longueur parallèle à l'axe.

L'arbre de la roue hydraulique pénètre dans l'atelier de la forerie, et porte une roue conique, à double denture, en fonte, qui de part et d'autre fait tourner deux autres roues coniques à dents en fonte. Sur l'axe de chacune de ces roues est montée une roue plane à dents en fonte qui transmet le mouvement à deux autres roues planes à dents en bois. Celles-ci entraînent les pièces dans leur mouvement au moyen de manchons.

Le frein a été placé sur l'arbre même de la roue tourné à cet effet.

La largeur de l'orifice est de $1^m,55$; il est disposé de manière qu'il n'y a pas de contraction sur le fond ni sur les côtés, et, comme la vanne est inclinée à 34°, on a pris 0,75 pour coefficient de contraction.

Le niveau de l'eau était tenu constant. La chute totale était la hauteur de ce niveau au-dessus du point inférieur de la roue. Le rayon moyen de la partie choquée changeait avec les levées de vanne. On l'a obtenu pour chaque série d'expériences en diminuant le rayon extérieur de la roue de la demi-levée de vanne. C'est ainsi qu'on a calculé les vitesses du centre d'impulsion des aubes.

Il était nécessaire de tenir compte de la quantité de travail consommé par les roues de la communication des mouvemens qu'on n'a pas pu désengrener. Mais, comme cette quantité est proportionnelle à la vitesse, et ne dépend que du poids de ces pièces et du rapport du frottement à la pression pour les substances en contact, on voit que cette recherche revient simple-

ment à celle d'un poids constant à ajouter à la charge du frein.

Quant à la vitesse de l'eau affluente, elle a été calculée en ajoutant à la charge sur le centre de l'orifice la pente de $0^m,128$ du plan incliné, et en regardant cette somme comme la hauteur à laquelle était due la vitesse cherchée.

En tenant compte des résistances passives qui résultent de la disposition de la machine, on arrive à

$$P = AF^k + B.$$

P est l'effort horizontal transmis par le moteur à la circonférence du centre d'impulsion des aubes;

F la charge totale du frein;

A et B deux coefficiens dans lesquels entre le rayon variable du centre d'impulsion des aubes. Les valeurs de ce rayon dépendent, comme nous l'avons vu, de la quantité plus ou moins grande dont on lève la vanne.

En substituant pour chaque série d'expériences les valeurs particulières de ce rayon, on a :

1re. série, $P = 1,007\,F^k + 12^k,23$;
2e. série, $P = 1,012\,F^k + 12^k,28$;
3e. série, $P = 1,016\,F^k + 12^k,33$;
4e. série, $P = 1,019\,F^k + 12^k,37$;
5e. série, $P = 1,020\,F^k + 12^k,38$;
6e. série, $P = 1,024\,F^k + 12^k,43$;
7e. série, $P = 1,024\,F^k + 12^k,43$;
8e. série, $P = 1,029\,F^k + 12^k,49$.

En multipliant les valeurs de P par la vitesse du centre d'impulsion des aubes, on aura pour chaque expérience la quantité de travail transmis à la roue par le moteur.

Les expériences ont conduit aux résultats suivans.

Expériences faites en septembre 1828 sur la

Nos. des séries.	Nos. des expériences.	Levée de la vanne.	Aire de l'orifice.	Charge d'eau sur le centre de l'orifice.	Volume d'eau dépensée en 1''.	Chute totale.	Trav. dépensé par le moteur en 1''.	Nombre des tours de la roue hydraulique et des pièces en 1'.	Vitesse du centre d'impuls. des aubes en 1''.	Vitesse de l'eau affluente en 1''.
		m.	m. c.	m.	m. c.	m.	k. m.		m.	m.
1	1	0,049	0,07595	1,42	0,301	1,95	588	7,24	2,25	5,52
	2							7,50	2,34	5,52
	3							8,33	2,60	5,59
	4	0,039	0,07595	1,46	0,305	1,99	607	8,50	2,65	5,59
	5							9,25	2,88	5,59
2	6							9,00	2,78	5,47
	7							9,67	2,99	5,47
	8	0,099	0,15345	1,40	0,604	1,95	1178	11,09	3,44	5,47
	9							12,50	2,86	5,47
	10							13,00	4,01	5,47
3	11							9,75	2,99	5,38
	12	0,147	0,22785	1,35	0,878	1,92	1686	10,50	3,22	5,38
	13							14,03	4,30	5,38
4	14	0,192	0,29760	1,26	1,109	1,84	2046	8,33	2,57	5,22
	15							9,37	2,89	5,22
5	16	0,198	0,30690	1,27	1,151	1,87	2152	12,50	3,79	5,24
	17							13,50	4,10	5,24
6	18	0,238	0,38460	1,18	1,389	1,80	2507	9,23	2,84	5,07
7	19							9,34	2,87	5,10
	20							9,50	2,91	5,10
	21	0,247	0,38285	1,20	1,392	1,82	2540	11,50	3,53	5,10
	22							12,19	3,75	5,10
	23							13,50	4,15	5,10
8	24							9,75	2,99	4,91
	25	0,297	0,46035	1,10	1,605	1,74	2793	11,11	3,43	4,91
	26							12,19	3,73	4,91

roue hydraulique de la fonderie de Toulouse.

Rapport de la vitesse du centre d'impulsion des aubes à celle de l'eau.	Vitesse que le crochet du frein tendrait à prendre en 1".	Charge du frein. constante.	variable.	totale.	Effet utile donné par le frein, ou quant. de trav. disponible en 1".	Effet utile total ou quant. de travail transmise à la circonf. du centre d'impulsion des aubes en 1".	Quantité de travail dépensée par les frottem. en 1".	Effet ou quantité de trav. théoriq. en 1".	Rapport de l'effet réel total à l'effet théorique.	Rapport de la quantité de trav. disponible à celle dépensée par le moteur.
	m.	k.	k.	k.	k. m.	k. m.	k. m.	m.		
0,41	2,27	68,47	50	118,47	270	297	27	333	0,89	0,46
0,42	2,35	68,47	40	108,47	256	284	28	334	0,85	0,43
0,46	2,62	68,47	30	98,47	258	290	32	347	0,84	0,42
0,47	2,67	68,47	20	88,47	237	269	32	341	0,79	0,39
0,51	2,90	68,47	10	78,47	229	264	35	346	0,76	0,38
0,51	2,83	68,47	110	178,47	505	537	32	675	0,80	0,42
0,55	3,04	68,47	90	158,47	482	517	35	669	0,77	0,41
0,63	3,46	68,47	60	128,47	446	490	44	637	0,77	0,38
0,70	3,92	68,47	30	98,47	388	433	45	586	0,74	0,33
0,73	4,18	68,47	20	88,47	362	410	48	562	0,73	0,30
0,55	3,06	68,47	130	198,47	609	640	31	988	0,65	0,36
0,60	3,30	68,47	110	178,47	589	624	35	958	0,65	0,35
0,80	4,41	68,47	30	98,47	435	484	49	733	0,66	0,26
0,38	2,62	68,47	200	268,47	705	736	32	1226	0,60	0,34
0,55	2,94	68,47	170	238,47	702	739	37	1220	0,60	0,34
0,72	3,92	68,47	100	168,47	662	701	39	1110	0,63	0,31
0,78	4,24	68,47	30	98,47	546	589	43	1007	0,58	0,25
0,56	2,90	68,47	230	298,47	866	903	37	1513	0,59	0,34
0,56	2,93	68,47	250	318,47	935	973	38	1523	0,64	0,37
0,57	2,97	68,47	230	298,47	887	926	39	1519	0,61	0,35
0,69	3,61	68,47	160	228,47	826	871	45	1384	0,63	0,32
0,73	3,83	68,47	130	198,47	761	810	49	1310	0,61	0,32
0,81	4,24	68,47	100	168,47	715	769	54	1141	0,67	0,28
0,60	3,06	68,47	250	318,47	976	1018	42	1690	0,60	0,34
0,70	3,52	68,47	200	268,47	947	199	44	1569	0,63	0,33
0,76	3,81	68,47	150	218,47	834	886	52	1449	0,61	0,29

Dans le tableau qui précède, l'effet théorique est calculé au moyen de la formule relative aux roues de côté donnée par M. Poncelet

$$Pv = mgh + m\,(V-v)v^{k.m.}$$

P est l'effort transmis à la circonférence des centres d'impulsion des aubes;

h la hauteur verticale que l'eau parcourt dans la roue;

v la vitesse à la circonférence des centres d'impulsion en 1″;

V, la vitesse de l'eau affluente en 1″;

m, la masse de l'eau dépensée en 1″.

Si 1000 Q est le poids de cette eau en kil., Q étant un volume exprimé en mètres cubes, et $g = 9{,}81$ la gravité, on aura:

$$Pv = 1000\,Qh + \frac{1000\,Q}{g}(V - v)\,v.$$

Les poids 1000 Q sont dans la 21e. colonne. Les levées de vanne contenues dans la troisième sont les ouvertures réelles de l'orifice et non pas les quantités dont la vanne a glissé sur son plan incliné.

La formule supposant la direction des aubes perpendiculaires à celle de l'eau, il a fallu ici prendre, au lieu de V, V sin. 74° = 0,96591 V, parce que 74° est l'angle formé par l'aube dans la position moyenne avec la direction du plan incliné, qui est aussi celle de l'eau.

En examinant la colonne du rapport de l'effet total à l'effet théorique, on voit que ce rapport est beaucoup plus grand dans les expériences où la dépense d'eau et l'épaisseur de la lame sont faibles, et qu'il décroît jusqu'aux levées de vanne de 0^{m},147 au delà desquelles il paraît rester stationnaire. Dans les expériences avec de faibles épaisseurs d'eau, il paraît décroître aussi à mesure que la vitesse augmente.

Lorsque les épaisseurs dépassent 0^{m}, 1 et jusqu'à celles de 0^{m}, 3, le rapport paraît assez constant, et sa valeur moyenne 0,58 ne s'écarte que de 0,04 de celles qui en diffèrent le plus.

L'examen de la dernière colonne donne le rapport de la quantité de travail disponible à celle qui est dépensée par le moteur. Ce rapport diminue à mesure que la vitesse augmente, et peut tomber jusqu'à 0,34. Le tiers de la force dépensée est donc seul utilisé, tandis qu'on pourrait adapter une roue à aubes courbes donnant 0,60.

3°. *Expériences sur l'une des roues hydrauliques de la manufacture d'armes de Châtellerault.*

Le diamètre de cette roue (*fig.* 8) est de 6^{m},5; elle est du genre des roues dites de côté, et reçoit l'eau par une vanne inclinée de 40° sur la verticale, qui, en s'abaissant, laisse entre elle et une fausse vanne immobile un orifice sur le sommet duquel il y a ordinairement une petite charge d'eau. La vanne mobile porte en dessus un renflement auquel on a donné à peu près la forme de la veine fluide sur une largeur de 0^{m}, 35; ce qui détruit sur ce

côté de l'orifice l'effet de la contraction. Les deux parois verticales du canal sont dans le prolongement des côtés de cet orifice. On est ici dans les mêmes circonstances que pour la roue de Toulouse. Il n'y a donc de contraction que sur le sommet de l'orifice, et, la fausse vanne étant inclinée à 40°, le coefficient de contraction sera de 0,75, d'après M. Poncelet. La longueur libre de l'orifice est de 2^m, 28.

La profondeur des augets étant, dans le sens du rayon, de 0^m,33, et le diamètre extérieur étant 6^m,50, celui de la circonférence moyenne des aubes sera de 6^m,17. On a pris pour vitesse d'affluence celle qui est due à la charge sur le côté inférieur de l'orifice.

L'arbre de la roue était accouplé au moyen d'un manchon à un axe portant une roue en bois. Cette roue menait le pignon de l'arbre à cames. (La roue hydraulique soumise aux expériences était celle d'un martinet.) C'est sur cet arbre qu'on a fixé le frein.

Le calcul des diverses résistances a conduit à la formule :

$$P = 4,508\ F + 209^k,225,$$

dans laquelle P est l'effet transmis à la circonférence moyenne des aubes, et F la charge totale du frein.

En multipliant la valeur de l'effort P par la vitesse de cette circonférence moyenne, on a obtenu l'effet utile total, c'est-à-dire la quantité de travail réellement transmis par le moteur à la roue hydraulique.

La différence entre cet effet utile total et la

quantité de travail disponible donnée par le frein est la quantité de travail consommée par les frottemens.

On a calculé l'effet théorique de la roue par la formule employée pour la roue de Toulouse :

$$Pv = mgh + m(V - v)\, v^{\text{k. m.}}.$$

Elle peut encore se mettre, comme on a vu, sous la forme

$$Pv = 1000\, Qh + \frac{1000\, Q}{g}(V - v).$$

Expériences faites en octobre 1828 *sur une*

Numéros des expériences.	Hauteur de l'orifice sur une longueur de $2^m,28$.	Aire de l'orifice.	Charge d'eau sur le centre de l'orifice.	Volume d'eau dépensé en une seconde.	Chute totale.	Quantité de travail en une seconde, fourni par le moteur.	Vitesse de la circonférence moyenne des aubes en 1''.	Vitesse d'affluence de l'eau sur les aubes.	Rapport de la vitesse de la circonférence moyenne des aubes à la vitesse d'affluence de l'eau.	Vitesse que le crochet du frein tendrait à prendre.
	m.	m. c.	m.	m. c.	m.	k. m.	m.	m.		m.
1	0,10	0,228	0,340	0,441	1,67	736	0,97	2,77	0,35	4,38
2	0,15	0,342	0,425	0,740	1,68	1243	1,19	3,13	0,38	5,39
3			0,352	0,672	1,65	1112	1,43	2,90	0,49	6,49
4	0,20	0,456	0,270	0,786	1,50	1180	1,21	2,70	0,45	5,48
5			0,425	0,986	1,65	1633	1,36	3,21	0,42	6,15
6			0,375	0,927	1,65	1534	1,94	3,05	0,63	8,77
7	0,25	0,570	0,455	1,278	1,66	2120	1,04	3,30	0,31	4,72
8			0,215	0,880	1,42	1251	1,08	3,38	0,32	4,87
9			0,455	1,278	1,66	2120	1,33	3,38	0,39	6,00
10			0,255	0,957	1,46	1398	1,49	2,73	0,54	6,73
11			0,395	1,189	1,65	1962	2,17	3,20	0,68	9,74
12			0,395	1,189	1,65	1962	2,31	3,20	0,72	10,44
13	0,30	0,684	0,245	1,123	1,43	1601	0,98	2,70	0,36	4,44
14			0,480	1,575	1,66	2614	1,42	3,21	0,40	6,43
15			0,285	1,211	1,46	1774	1,59	2,92	0,54	7,19
16			0,470	1,559	1,05	2573	1,97	3,49	0,56	8,91
17	0,37	0,844	0,275	1,468	1,42	2085	. . .	. . .	. . . . . .	. . .
18			0,515	2,012	1,66	3340	1,27	3,71	0,34	5,84
19			0,275	1,468	1,42	2085	1,38	3,01	0,45	6,26
20			0,515	2,012	1,66	3340	1,40	3,71	0,40	6,74
21			0,515	2,012	1,66	3340	1,55	3,71	0,41	7,01
22			0,275	1,468	1,42	2085	1,71	3,01	0,56	7,73
23			0,505	1,900	1,65	3283	1,78	3,68	0,48	8,06
24			0,500	1,982	1,64	3276	2,58	3,67	0,70	11,68

des roues de martinet, à Châtellerault.

Charge du frein.			Effet utile mesuré par le frein, ou travail disponible.	Effet utile total, ou travail transmis à la circonférence moyenne des aubes.	Quantité de travail dépensée par les frottemens.	Effet théorique.	Rapport de l'effet utile total à l'effet théorique.	Rapport du travail disponible au travail fourni par le moteur en une seconde.	Volume d'eau à introduire dans chaque auget.
Constante.	Variable.	Totale.							
k.	k.	k.	k. m.	k. m.	k. m.	k. m.			m. cub.
71,0	. . .	71,0	312	513	201	621	0,83	0,42	0,178
100,5	25	125,5	676	922	246	1047	0,88	0,54	0,242
71,0	13	84,0	345	841	296	937	0,89	0,49	0,171
100,5	. . .	100,5	550	801	251	1032	0,78	0,47	0,253
100,5	25	125,5	772	1054	282	1367	0,78	0,47	0,283
71,0	13	84,0	737	1140	403	1251	0,91	0,48	0,186
100,5	33	133,5	630	843	213	1697	0,50	0,29	0,480
100,5	25	125,5	611	837	226	1104	0,76	0,49	0,317
100,5	25	125,5	753	1031	278	1735	0,59	0,35	0,372
100,5	. . .	100,5	676	937	311	1213	0,81	0,48	0,250
71,0	13	84,0	818	1276	458	1555	0,83	0,42	0,213
71,0	. . .	71,0	741	1223	481	1533	0,80	0,38	0,200
100,5	25	125,5	557	759	202	1349	0,56	0,35	0,448
100,5	25	125,5	807	1100	293	2115	0,52	0,35	0,432
100,5	. . .	100,5	722	1053	331	1507	0,70	0,41	0,297
100,5	13	113,5	1012	1420	408	2081	0,68	0,39	0,308
100,5	50	150,5	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .	. . . .
100,5	25	125,5	734	984	250	2566	0,38	0,22	0,610
100,5	25	125,5	786	1069	283	1750	0,61	0,38	0,415
100,5	13	113,5	765	1074	309	2608	0,41	0,23	0,526
100,5	5	105,5	740	1061	321	2618	0,40	0,22	0,506
100,5	. . .	100,5	777	1132	355	1735	0,65	0,37	0,335
100,5	. . .	100,5	810	1179	369	2596	0,45	0,24	0,436
71,0	. . .	71,0	829	1365	536	2471	0,55	0,25	0,300

Les anomalies observées dans les valeurs des rapports, soit de l'effet utile total à l'effet théorique, soit de l'effet donné par le frein au travail fourni par le moteur, ont conduit à chercher quelle était dans chaque expérience la quantité d'eau à admettre dans chaque auget. Leur écartement à la circonférence moyenne étant de $0^{m},39$, il a été facile d'en déduire le nombre d'augets qui passent devant l'orifice en $1''$, et par suite le volume d'eau à admettre dans chacun d'eux. Le profil d'un auget et sa longueur parallèle à l'axe étant connus, on en a déduit sa capacité. On voit alors que pour les grandes levées de vanne la capacité est trop petite pour admettre même à de grandes vitesses le volume d'eau dépensé par l'orifice. On a réuni dans le tableau suivant les expériences dans lesquelles la roue pouvait admettre l'eau écoulée par l'orifice, et on les a classées d'après la valeur du rapport de la vitesse de la circonférence moyenne des aubes à celle de l'eau affluente, afin de voir comment la variation de ce rapport influe sur celui de l'effet utile total à l'effet théorique.

Numéros des expériences.	Quantité de travail fournie par le moteur en $1''$.	Vitesse de la circonf. moyenne des aubes en $1''$.	Rapport de la vitesse de la circonf. moyenne des aubes à celle de l'eau affluente.	Quantité de travail mesurée par le frein.	Quantité de travail dépensée par les frottemens.	Effet utile total ou quant. de trav. transmis à la roue.	Effet utile théorique	Rapport de l'effet utile total à l'effet théorique.	Rapport de l'effet utile total à la quantité de trav. fournie par le moteur.	Rapport de la quantité de travail mesurée par le frein à celle fournie par le moteur.
	k. m.	m.		k. m.	k. m.	k. m.	k. m.			
1	736	0,97	0,35	312	201	513	621	0,83	0,66	0,42
2	1243	1,19	0,38	681	246	922	1047	0,88	0,74	0.55
3	1112	1,43	0,49	545	196	841	937	0,89	0,76	0,49
6	1534	1,94	0,63	737	403	1140	1251	0,91	0 74	0,48
11	1962	2,17	0,68	818	858	1176	1555	0,83	0,65	0,42
12	1962	2,31	0,72	741	481	1223	1533	0,80	0,62	0,38

On voit alors que le rapport de l'effet utile total, reçu par la circonférence moyenne des aubes, à l'effet théorique, varie dans des limites assez resserrées, et qu'il paraît être à son maximum lorsque la vitesse de la roue est environ 0,60 de celle de l'eau affluente. Ainsi, lorsque la vitesse de la roue est 0,60 de celle de l'eau affluente, le rapport de l'effet total à l'effet théorique dans les roues de côté serait 0,90. On arrive au même rapport pour les roues à augets.

La quantité de travail dépensé par les frottemens croissant proportionnellement à la vitesse, il s'ensuit que le rapport maximum de la quantité de travail disponible à celle qui est fournie par le moteur ne correspond pas au même rapport des vitesses, que le maximum de celui de l'effet total à l'effet théorique. Il paraît atteindre sa plus grande valeur, lorsque la vitesse de la roue est environ 0,40 de celle de l'eau affluente.

Enfin le rapport de l'effet utile total à la quantité d'action fournie par le moteur paraît atteindre son maximum 0,76 lorsque la vitesse de la roue est 0,50 de la roue affluente.

CHIMIE. (EXTRAITS.)

(TRAVAUX DE 1832.)

1. *Procédé pour étendre à volonté les bouteilles de* CAOUTCHOUC; par M. Mitchell.

On ramollit les bouteilles de caoutchouc en les laissant de dix à vingt-quatre heures dans l'éther pur; on peut ensuite les gonfler jusqu'à un point tel, qu'elles deviennent transparentes, et qu'elles s'élèvent dans l'air lorsqu'on les a remplies de gaz hydrogène. Pour cela il faut choisir de petites bouteilles qui ne portent aucun dessin à leur surface, et avoir soin que le col ne soit pas aussi amolli que les autres parties, en le laissant s'élever au-dessus de l'éther; sans quoi la bouteille se déchire facilement. Ensuite on l'attache à un tube de laiton garni d'un robinet, et on l'enfle lentement par intervalles, jusqu'à ce qu'elle ait acquis l'extension voulue.

Si l'on fait sortir l'air des bouteilles tandisqu'elles sont encore humides, elles conservent leur contractilité; mais si on les fait sécher auparavant, elles restent distendues.

2. FORGE DU PYROGNOSTE *ou chalumeau composé*; par M. Couerbe. (Journ. de Pharm., t. 18, p. 277.)

On sait que le chalumeau de Gahn et Berzélius, *Pl.* VI, *fig.* 1, a l'inconvénient de projeter de l'eau sur la flamme et d'occuper la main droite de l'opérateur. J'ai fait construire pour mon usage un instrument qui est exempt de ces inconvéniens, et qui facilitera beaucoup, j'espère, les expérien-

ces pyrognostiques. Il est composé de huit
principales.

AA'A", colonne-support, courbée à angle
à son sommet A'.

F, cylindre de jonction, passant dans un
pratiqué perpendiculairement dans l'extr
arrondie de la partie A" de la colonne-supp

v, vis de pression destinée à arrêter le cyli
à la hauteur convenable.

B, réservoir sphérique d'air, muni de tro
bulures *t t' t"*.

G, bouchon attaché, à l'aide d'une chaîn
gère, à la tubulure inférieure *t"*; cette tub
est destinée à faciliter le nettoyage du réserv

t, tubulure latérale destinée à recevoir à
tement le bec du chalumeau, muni de son
trémité en platine, propre à verser sur la m
enflammée l'air nécessaire pour l'obtention d
belle flamme.

t', tubulure supérieure dans laquelle do
visser le cylindre de jonction muni d'une ron
de cuir.

E, bec du chalumeau muni de son extré
de platine.

C, réservoir cylindrique destiné à dessé
l'air qu'on insuffle dans l'appareil. Il se com
de trois parties : d'un couvercle tubulé *c*; d
base semblable *c'*, que la tubulure traverse en
lançant perpendiculairement jusqu'au milieu
réservoir, qui constitue la troisième et princi
pièce; cette tubulure se termine par une b
percée de six à huit trous latéraux. Ces d
couvercles se vissent parfaitement aux deux
trémités du cylindre. La tubulure inférieu
de la base entre à frottement dans la partie su

rieure du cylindre de jonction, et la tubulure supérieure *s* reçoit à frottement le tube buccal.

D, tube buccal légèrement recourbé, afin de faciliter l'emploi de l'instrument.

R, réservoir d'huile, muni d'un porte-mèche assez large pour recevoir deux mèches à la fois; cette lampe porte à sa base et dans toute sa longueur une douille carrée.

T, tige carrée entrant à frottement dans la douille de la lampe, et terminée elle-même par une douille à ressort *d*, dans laquelle passe la colonne-support qui forme avec elle un angle de 90°.

P, support en bois de 6 pouces carrés, sur lequel la colonne se visse ou entre à frottement dans un espace convenable pour fixer tout l'instrument.

On voit que le réservoir d'air, à l'aide du cylindre de jonction et de la vis qui le presse, peut monter et descendre à volonté; que la lampe par sa disposition peut suivre le chalumeau dans sa marche; qu'elle peut s'avancer ou se reculer près de la colonne, et par conséquent près du bec qui verse le vent sur la flamme; et qu'enfin elle peut tourner tout autour de la même colonne, ce qui donne beaucoup de facilité pour arranger convenablement la mèche.

Quand on veut se servir de ce chalumeau, il suffit de réunir toutes les pièces dans l'ordre qui vient d'être indiqué, après avoir eu soin de remplir le réservoir C de chlorure de calcium; ensuite on le place commodément devant soi. Alors on arrange la mèche, en l'écartant légèrement, afin que le bec du chalumeau se trouve entre les deux mèches, et on l'approche plus ou moins, selon que l'on désire le dard minéralogique ou le flamber.

L'air sec n'est pas toujours indispensable dans les essais pyrognostiques. Quand on n'en a pas besoin, on supprime le sel de chaux, et alors on emploie un autre tube buccal, qui entre à frottement dans le cylindre de jonction, et qui par sa longueur ne change rien dans les dimensions de l'instrument : par ce moyen on donne à la forge plus de grâce et de légèreté.

Z représente ce second tube buccal, et la *fig.* 2 représente la forge du pyrognoste toute prête à fonctionner.

---

3. *Description d'une* LAMPE *à souffler le verre*; par M. Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. 51, p. 440.)

Les lampes ordinaires à huile répandent une odeur très-désagréable. Une lampe à alcool n'a pas cet inconvénient; elle est allumée en un instant, et sa mèche ne demande aucun soin. La lampe dont je me sers est formée par un cylindre en laiton *b* (*Pl.* VI, *fig.* 3) que remplit la mèche, et l'alcool lui arrrive d'un flacon F par un tube à robinet *r*. L'écoulement est à niveau constant au moyen du tube *t*, dont le bout inférieur est un peu au-dessous du bord de la lampe; *v* est une vis servant à élever un peu ou à abaisser la lampe, mais elle n'est pas indispensable. Lorsqu'on n'en fait pas usage, on lui met son couvercle *c*, qui entre à frottement, et on ferme le robinet : le reste comme dans les lampes ordinaires.

---

4. *Description de quatre* SIPHONS; par M. Collardeau. (Notice sur le Siphon, 1832.)

Siphon verseur (*Pl* .VI, *fig.* 4 et 5).

Siphon verseur.

Le tube ABDC plein d'eau plongeant dans un

réservoir RR, si on l'incline de manière que le bec C soit plus bas que le niveau PQ de l'eau du réservoir (*fig.* 4), cette eau s'écoule par le tube; si on change l'inclinaison de manière à élever le bec C au-dessus de ce même niveau (*fig.* 5), l'écoulement s'arrête pour recommencer quand on abaissera de nouveau le bec C.

Au lieu de disposer les deux courbures ABD, BDC dans le même plan, il est ordinairement plus commode de les disposer dans des plans différens.

Cet instrument est surtout utile pour remplacer le robinet dans les cas où son emploi présente quelque difficulté.

Siphon trompette (*fig.* 6, 7, 8 et 9).

Il diffère du siphon simple par l'allongement du tube BC (*fig.* 6), recourbé sur lui-même en forme de trompette, et par le rétrécissement de l'ouverture C. Il s'amorce de la même manière que le siphon simple; mais il a de plus l'avantage de ne pas se vider entièrement et de conserver assez d'eau pour s'amorcer ensuite par immersion, sans avoir besoin que le réservoir soit entièrement plein. Ainsi, supposez le siphon ABEDC (*fig.* 7) en activité (1). Si vous sortez l'ouverture A du réservoir (*fig.* 8), le siphon se videra; mais seulement jusqu'en E (2), en sorte que la partie EDC

Siphon trompette.

(1) La disposition de la *fig.* 7, moins commode, dans la pratique, que celle de la *fig.* 6, est beaucoup plus claire pour la démonstration.

(2) A la rigueur cette colonne devrait se vider entièrement en vertu de la force d'impulsion due à la vitesse avec laquelle elle arrive à la position d'équilibre; mais cette force est détruite par le frottement, l'adhérence de

restera pleine d'eau, les deux colonnes d'eau ED, DC se faisant équilibre. Mais si vous plongez de nouveau l'ouverture A dans l'eau du réservoir (*fig.* 9), la pression de cette eau sur l'air renfermé dans le siphon fera marcher la colonne d'eau EDC, dont le niveau E montera en F, pendant que l'eau du réservoir montera à peu près autant en G, en sorte que le poids de l'eau introduite sera à peu près compensé par celui de l'eau manquant dans la branche ED. La pression de l'eau du réservoir continuera donc de chasser la colonne d'eau AG, comme elle avait chassé l'air en commençant; et le poids de l'eau qui entre étant compensé par celui de l'eau qui sort, il est aisé de voir que ce mouvement continuera jusqu'à ce que l'ancienne eau soit sortie; après quoi il continuera encore en vertu de la différence des niveaux de l'eau dans le réservoir et dans le siphon, pourvu toutefois que le coude D soit placé plus bas que le niveau PQ de l'eau dans le réservoir, et que la longueur ED ne soit pas moindre que la longueur AB.

Il est à remarquer qu'au moment où l'on enfonce le siphon dans l'eau pour le faire fonctionner (*fig.* 9), il existe entre la sortie entière de l'eau renfermée dans la partie EDC, et l'arrivée de l'eau du réservoir, un intervalle de temps pendant lequel on peut amener un vase sous le siphon, de manière à ne pas perdre une seule goutte de la nouvelle eau, et à ne pas la mélanger avec l'ancienne, si ce n'est la petite quantité de celle-ci qui peut rester adhérente aux parois du verre. Cette

---

l'eau contre le tube, et surtout par le rétrécissement de l'ouverture C.

remarque peut être utile lorsque le siphon est amorcé avec un liquide différent de celui du réservoir.

Pour réussir dans l'usage de ce siphon, il est bon, dans tous les mouvemens qu'on lui donne, de le maintenir dans la situation verticale.

Siphon à récipient d'air (*fig.* 10 et 11).

Redressez-le, *fig.* 11; versez de l'eau en C, de manière à remplir la partie CD, fermée par la soupape D; puis renversez-le, *fig.* 10, en bouchant l'ouverture C, et faites plonger l'ouverture A dans le réservoir : la soupape s'ouvrira; enfin, débouchez l'ouverture C : la colonne d'eau CD, en descendant, aspirera l'eau du réservoir pendant que l'air renfermé dans la partie ABD passera dans le récipient, dont il occupera la partie supérieure, et le siphon continuera à fonctionner.

Le récipient d'air D doit être large et assez grand pour contenir tout l'air renfermé dans le tube.

Siphon d'insufflation (*fig.* 12).

Prenez le tube creux ADBC élargi en AD; enfoncez l'ouverture A dans l'eau du réservoir RR : l'eau entrera dans la partie AD par l'ouverture A, que vous tiendrez débouchée; bouchez ensuite cette ouverture avec le tube EF, et soufflez en F assez fortement pour que l'eau s'élève dans le tube ADBC et aille retomber en C; débouchez l'ouverture A, et le siphon fonctionnera.

---

5. *Appareil pour doser l'*EAU HYGROSCOPIQUE *sans le secours des pompes à air*; par M. J. Liebig. (Ann. de Ch., t. 51, p. 441.)

L'appareil (*Pl.* VI, *fig.* 13) se compose d'un

flacon à trois tubulures E, de la contenance de 3 litres, d'une petite chaudière en fer B, et d'un tube en verre courbé A. La substance est introduite dans le tube par la branche α, qui doit être suffisamment large, puis on place ce tube dans la chaudière B au milieu d'un bain d'eau ou d'une dissolution de chlorure de calcium dont la température puisse être portée de 50 à 125°, on joint les diverses parties à l'aide de bouchons de liége, et on chauffe. Le siphon S étant amorcé, l'eau qui s'écoule est remplacée par de l'air qui a dû d'abord traverser le tube A. Au moyen de ce renouvellement d'air continuel, auquel se joint une température élevée, on parvient promptement à enlever toute son eau à la matière que l'on veut dessécher. Le poids du tube A étant une fois connu il l'est pour tous les cas. On le pèse de temps en temps, et l'on observe, d'après la diminution de son poids, si la matière perd encore de l'eau, ou bien si elle est parfaitement desséchée.

---

6. *Sur le* DEGRÉ D'ÉBULLITION DE DEUX LIQUIDES MÉLANGÉS, *sans aucune action l'un sur l'autre*; par M. GAY-LUSSAC. (An. de Ch., t. 49, p. 393.)

M. Liebig, dans son intéressant mémoire imprimé dans ce volume, a fait la remarque, p. 184, que l'huile formée par la réunion de volumes égaux de chlore et de gaz oléfiant, bout seule à 82°,4, tandis que mêlée avec de l'eau, la température de celle-ci ne s'est jamais élevée à plus de 75°,6. Il a fait une observation semblable avec un chlorure de carbone qu'il a examiné dans le même mémoire; ce chlorure n'entre en ébullition qu'à 68°,8; mais s'il est mêlé avec de l'eau, il bout à 57°,3.

Ces observations auraient lieu de surprendre si, en effet, on voyait le liquide bouillir, c'est-à-dire produire une vapeur de force élastique constante, faisant équilibre au poids de l'atmosphère, à deux températures très-différentes, et cela par l'intervention d'un autre liquide dépourvu de toute action chimique sur le premier. Mais toute surprise doit cesser en faisant appel aux principes du mélange des vapeurs avec d'autres fluides élastiques; et bien que l'application en soit facile, j'espère trouver des lecteurs qui me pardonneront de leur en épargner la peine.

D'après ces principes, la vapeur développée par un liquide dans un fluide élastique inerte quelconque, a la même tension que si elle se développait dans le vide. Si l'espace est limité, la tension de la vapeur s'ajoute à celle du fluide élastique; s'il est extensible, le fluide élastique se dilate jusqu'à ce que sa tension affaiblie, ajoutée à celle constante de la vapeur, fasse équilibre à la pression extérieure.

Supposons d'abord un liquide volatil, d'une certaine profondeur, soumis à l'ébullition. Deux thermomètres plongés dans le liquide, l'un près du fond et l'autre près de sa surface, indiqueront deux températures différentes, correspondantes aux pressions dans ces endroits; la vapeur formée au fond du vase, moins pressée à mesure qu'elle s'élève, se dilate et se refroidit jusqu'au moment où, arrivée à la surface du liquide, sa forme élastique est égale à la pression de l'atmosphère. La température de la vapeur émergente, ou, ce qui revient au même, de la dernière couche liquide, est donc exactement celle d'ébullition sous une pression atmosphérique donnée.

Soient, maintenant, deux liquides volatils superposés, dont l'inférieur entre en ébullition plus tôt que le supérieur, mais qui soient tous deux à la même température. La vapeur du premier liquide arrivée dans le dernier présentera à sa vapeur un espace dans lequel elle pourra se développer, et il s'en formera en quantité telle que sa force élastique, qui est supposée constante, réunie à celle de l'autre vapeur, qui varie par la dilatation, fasse équilibre à la pression de l'air. Une conséquence de cette nouvelle formation de vapeur dans le liquide supérieur sera un abaissement de température de ce liquide, et par suite de la vapeur même provenant du liquide inférieur; et cet abaissement sera d'autant plus grand, qu'il y aura, toutes choses égales d'ailleurs, moins de différence dans la volatilité des deux liquides superposés. Ainsi deux thermomètres plongeant, l'un dans le liquide inférieur, l'autre dans le liquide supérieur, indiqueront nécessairement des températures différentes, pourvu toutefois que les deux liquides continuent à rester superposés sans se mélanger.

Mais puisque la vapeur du liquide inférieur, après être parvenue dans le liquide supérieur, se dilate et se refroidit par suite de la production de nouvelle vapeur que cause sa présence, on conçoit sans peine que les deux vapeurs pourront se former simultanément à la surface commune des deux liquides, dès que leur température sera telle que les tensions réunies des vapeurs soient égales à la pression de l'atmosphère, et long-temps avant que le liquide inférieur ait atteint son degré propre d'ébullition. Cette température sera la plus basse que puisse prendre le mélange des deux liquides pour que l'ébullition ait lieu; mais puis-

qu'elle suppose une simultanéité dans la production des deux vapeurs, à la surface commune des liquides, et que cette condition ne sera pas toujours remplie au moment où le mélange parviendra à ce minimum de température, l'ébullition pourra n'avoir lieu que plus tard.

Ainsi, le degré d'ébullition d'un mélange de deux liquides volatils, sans action chimique entre eux, pourra varier, mais il sera en général compris entre deux limites : le degré d'ébullition du liquide le plus volatil, et la température à laquelle la somme des forces élastiques des vapeurs isolées de chaque liquide serait égale à la pression de l'atmosphère.

On trouverait cette dernière limite par le calcul si l'on avait pour chaque liquide l'expression de la force élastique de sa vapeur en fonction de la température; mais on peut aussi y parvenir graphiquement en construisant, d'après quelques observations, une courbe ayant pour abscisses les températures, et pour ordonnées la somme des forces élastiques des vapeurs correspondantes à chaque température.

En faisant l'application de ces principes aux observations de M. Liebig, mais en partant, faute de données précises, de la supposition, suffisamment exacte pour l'application que nous voulons en faire, qu'à égale distance du point d'ébullition de divers liquides, leurs vapeurs ont la même force élastique, on trouve que, d'après la première observation, le point d'ébullition de l'huile mêlée avec l'eau est compris entre les deux limites que nous avons établies; mais que, d'après la seconde, le point d'ébullition du chlorure de carbone est en dessous de la limite inférieure, et que, par

conséquent, cette observation ne peut être exacte. Il faudrait supposer, pour l'expliquer, qu'il s'est produit pendant l'ébullition un troisième fluide élastique dont la tension se serait ajoutée à celle des deux vapeurs, et aurait ainsi avancé le point d'ébullition; mais rien dans le mémoire de M. Liebig ne semble autoriser cette supposition.

---

7. *Dissertation sur la* DENSITÉ DE LA VAPEUR *de quelques corps simples*; par M. J. Dumas. (An. de Ch., t. 50, p. 170.)

Soufre.

En partant d'une analogie assez généralement admise entre le soufre et l'oxigène, la densité de la vapeur de soufre devrait être égale à 2,2 environ, car la vapeur d'eau étant formée de 1 v. d'hydrogène et $\frac{1}{2}$ v. d'oxigène, le gaz hydrogène sulfuré doit contenir $\frac{1}{2}$ v. de soufre et 1 v. d'hydrogène; or la densité de l'hydrogène sulfuré étant de 1,1912, celle de la vapeur de soufre doit être de 2,24. Tel est, en effet, le chiffre qui a été généralement adopté jusqu'à présent. Mais l'expérience m'a donné un résultat très-différent, car j'ai trouvé que cette densité varie entre 6,51 et 6,617, nombre presque le triple de la densité calculée. Il s'ensuit que dans l'hydrogène sulfuré et dans le gaz sulfureux il n'entre qu'un sixième de volume de soufre.

D'après les phénomènes que présente la fusion du soufre, il est probable qu'il existe un moment où, après s'être liquéfié, ses molécules se groupent de manière à former des atomes composés qui ne passent pas à l'état gazeux; en sorte que si l'on pouvait prendre la densité de la vapeur vers 107°., cette densité se trouverait trois fois moindre

que dans le cas dont je viens de m'occuper. C'est ce que je me propose d'examiner bientôt.

Ce phénomène, qui n'est pas sans quelque vraisemblance, permettrait de concevoir comment le soufre, dont la vapeur présente une anomalie si étrange, se trouve en même temps doué d'une capacité pour la chaleur qui coïncide avec celle de tous les corps simples essayés.

Phosphore.

J'ai trouvé la densité du phosphore de 4,35, c'est-à-dire double de celle que l'on a déduite de la densité et de l'analyse du gaz hydrogène proto-phosphoré. Le phosphore n'entre donc, dans ce gaz, que pour $\frac{1}{4}$ de v. au lieu de $\frac{1}{2}$ v., comme on le supposait. Il faut, d'après cela, modifier cette analogie entre l'azote et le phosphore généralement prise pour guide dans la classification des combinaisons du phosphore. Le phosphore et l'arsenic se rapprochent, on peut le dire, plus de l'azote que de tout autre corps simple; mais ils en sont séparés d'une manière tranchée aussi bien par le poids atomique et la formule de leurs combinaisons que par l'absence d'isomorphisme entre elles. Ainsi, 1 at. de phosphore équivaut à 2 at. d'azote, comme 1 at. d'oxigène équivaut à 2 at. de chlore.

---

8. *Sur la densité de la vapeur du* PHOSPHORE, par M. J. DUMAS. (An. de Ch., t. 49, p. 210.)

Pour déterminer la densité de la vapeur du phosphore, j'ai mis dans un ballon une certaine quantité de ce combustible avec un peu d'eau; j'ai effilé le col du ballon en laissant sa pointe fermée; je l'ai placé sous le récipient d'une machine pneumatique, la pointe en bas. En faisant le

vide, l'eau et l'air ont été complétement expulsés, et j'ai rendu de l'acide carbonique pour remplir la cloche et le ballon en chauffant légèment ce dernier et plongeant ensuite sa pointe dans de l'eau distillée. J'ai fait passer dans le ballon un peu d'eau pour le laver et pour le débarrasser de toutes les portions d'acide phosphorique qu'il aurait pu renfermer. J'ai réitéré ces opérations plusieurs fois et j'ai fermé la pointe.

J'ai fait fondre un alliage fusible dans une bassine de fonte, et j'ai disposé le ballon dans une autre bassine que j'ai placé sur un feu doux, en ayant donc soin de mettre quelques morceaux d'alliage fusible au fond de la bassine. J'ai ouvert la pointe du ballon, et par des additions successives d'alliage fondu, j'ai maintenu la température croissante. Quand il n'est plus resté dans le ballon que de la vapeur de phosphore, j'ai cassé sa pointe pour me débarrasser de la portion de verre qui s'était imprégnée d'acide phosphorique et je l'ai fermée ensuite. J'ai pesé le ballon, j'ai cassé la pointe sous l'eau, qui l'a rempli bientôt, je l'ai laissé sécher et je l'ai pesé de nouveau.

L'expérience m'a donné 5 g. 747 pour le poids du litre de vapeur de phosphore ramené à 0° et à $0^{m},76$, d'où il suit que la densité de la vapeur est 4,420

Il faut donc revenir au nombre 392,285 pour l'ancien poids de l'atome du phosphore; et d'après cela l'acide phosphoreux contient $\frac{1}{2}$ vol. de phosphore et $\frac{3}{2}$ vol. d'oxigène, l'acide phosphorique $\frac{1}{2}$ vol. de phosphore et $\frac{5}{2}$ d'oxigène; le protochlorure $\frac{1}{4}$ de vol. de phosphore et $\frac{3}{2}$ vol de chlore; le perchlorure $\frac{1}{4}$ de vol. de phosphore

et $\frac{3}{2}$ de vol. de chlore ; et enfin l'hydrogène proto-phosphoré $\frac{1}{4}$ de vol. de phosphore et $\frac{3}{2}$ vol. d'hydrogène. C'est le premier exemple d'un corps gazeux entrant pour $\frac{1}{4}$ de volume seulement dans une combinaison.

---

9. *Note sur un procédé pour obtenir promptement une* DISSOLUTION DE CHLORE ; par M. Tourtois. (J. de pharm. t. 16, p. 185.)

Ce procédé consiste à décomposer le minium par un mélange de sel marin et d'acide sulfurique. Il a été employé pour la première fois en Amérique. Les meilleurs proportions sont pour un litre d'eau :

Minium.	12 gros 300 p.
Sel marin.	4 — 100
Acide sulfurique. . .	13 — 160

Il est nécessaire que le minium soit réduit en poudre impalpable pour qu'il se convertisse promptement et en totalité en sulfate de plomb,

---

10. *Sur le* CHLORURE DE SOUFRE ; par M. J. Dumas. (An. de ch. t. 49, p. 204.)

Il y a deux chlorures de soufre : un chlorure rouge qui correspond à l'acide hypo-sulfureux, et un sous-chlorure jaune qui ne correspond à aucune combinaison du soufre avec l'oxigène.

On obtient le *demi-chlorure* en traitant à froid le soufre en fleurs par un courant de chlore sec, et arrêtant l'opération avant que tout le soufre ait disparu. On le purifie en le distillant deux fois de suite à une douce chaleur. Il est jaune, un peu visqueux ; sa densité est de 1,687 ; il bout

à la température de 138° c., la densité de sa vapeur est égale à 4,70; analysé par l'acide nitrique, il a donné :

Soufre.	0,476 — 1 at.	1 vol.
Chlore.	0,524 — 1	— 1

ou 1 vol. de soufre et 1 vol. de chlore condensés en un seul volume.

L'eau, l'alcool décomposent ce demi-chlorure, comme on l'a observé depuis long-temps, avec formation d'acide hydrochlorique et dépôt de soufre. L'éther le dissout d'abord et le décompose peu à peu avec une légère production de chaleur. Il se combine avec l'ammoniaque sec en produisant une poudre de couleur pourpre qui mériterait un examen plus approfondi.

Le *chlorure* est celui que Davy et Berthollet ont examiné il y a déjà long-temps. Il se forme toutes les fois qu'on fait passer un courant de chlore en excès sur de la fleur de soufre. On le purifie en le distillant à la chaleur de 60 à 70°; mais il contient presque toujours une petite quantité de sous-chlorure. Il est d'un rouge grenat foncé, très-fluide; sa densité est de 1,620. Il bout à 64°. La densité de sa vapeur est de 3,67 à 3,70. En l'analysant par l'acide nitrique je l'ai trouvé composé de :

Soufre.	0,312 — 1 at.
Chlore.	0,688 — 2

ou de ½ vol. de soufre et 1 vol. de chlore condensés en un seul volume. Ce qui prouve avec évidence que c'est un composé particulier et non un mélange de demi-chlorure et de chlore, c'est qu'il n'exerce aucune action sur l'indigo.

L'eau, l'alcool et l'éther le décomposent. Il forme avec l'ammoniaque un composé pulvérulent et purpurin mêlé d'acide hydrochlorique.

Je pense donc, contrairement à l'opinion de M. H. Rose, qu'il existe deux chlorures de soufre.

---

11. *Sur l'*OXIDE ROUGE DE PHOSPHORE et sur la *matière blanche généralement regardée comme une combinaison de cet* OXIDE *et d'*EAU ; par M. Pelouze. (*Ann. de ch.* t. 50, p. 83.)

On sait depuis long-temps que le phosphore laisse en brûlant dans l'air un oxide rouge insoluble, et que le phosphore conservé long-temps sous l'eau se recouvre d'une croûte blanche. J'ai recherché la composition exacte de ces deux substances.

Le meilleur moyen de préparer l'oxide rouge consiste à brûler du phosphore fondu sous l'eau, en dirigeant dessus un courant de gaz oxigène : on le lave pour en séparer l'acide phosphorique, et on le chauffe avec précaution dans un appareil distillatoire pour en séparer le phosphore. Cet oxide est rouge, sans odeur, sans saveur, plus dense que l'eau, insoluble dans ce liquide, l'alcool, l'éther et les huiles. Il n'est pas lumineux dans l'obscurité. Il supporte la température de l'ébullition du mercure; mais à la chaleur rouge il se change en phosphore et acide phosphorique; il ne s'enflamme à l'air qu'à une température voisine du rouge-cerise. Il n'est attaqué par l'acide sulfurique concentré qu'à l'aide de la chaleur : les acides nitrique et nitreux l'attaquent avec une grande énergie. Il s'enflamme dans le chlore sec et humide et produit de l'acide phos- Oxide de phosphore.

phorique et du perchlorure de phosphore. Il détone facilement et fortement avec le chlorate de potasse et avec le nitre. Le soufre ne le décompose que vers la température à laquelle il fond et sans détonation. L'oxide de phosphore dont est mêlé le phosphore dans les briquets phosphoriques ne sert qu'à diviser ce combustible et à le rendre par là plus inflammable.

En acidifiant de l'oxide de phosphore par l'acide nitrique, le combinant avec de l'oxide de plomb, et déterminant l'augmentation de poids, j'ai trouvé cet oxide composé de :

Phosphore.	0,855
Oxigène.	0,145

c'est-à-dire de 3 at. de phosphore et de 2 at. d'oxigène, ou 1 v. de phosphore et $\frac{2}{3}$ v. d'oxigène, en prenant le nombre 3892,85 pour poids de l'atome de phosphore.

Hydrate de phosphore. La substance blanche dont se recouvrent à la longue les bâtons de phosphore conservés dans l'eau, même à l'abri du contact de l'air, est un hydrate qui contient 14,33 d'eau, ou 1 at. pour 100 de phosphore, ou 2 at. Cette substance est blanche, sans saveur, insoluble dans l'eau. Elle répand dans l'air la même odeur que le phosphore; elle est lumineuse dans l'obscurité. Sa densité est de 1,505. L'acide sulfurique concentré lui enlève son eau à froid. Elle l'abandonne aussi à une température un peu inférieure à 43 °, même au milieu de l'eau. On peut l'analyser en la séchant dans un tube. Sa composition atomique est la même que celle de l'hydrate de chlore découvert par M. Faraday.

12. *Sur la composition de l'*HYDROGÈNE PHOSPHORÉ *et ses combinaisons avec d'autres corps*; par M. H. Rose. (Ann. de Pog.)

Les divers hypo-phosphites donnent par la calcination des mélanges de gaz hydrogène et de gaz hydrogène phosphoré en proportions variables. Ce dernier gaz est spontanément inflammable. Il est composé de 1$^{at.}$ de phosphore et de 3$^{at.}$ d'hydrogène, ou de 1 $\frac{1}{2}$ v. d'hydrogène et $\frac{1}{4}$ v. de phosphore; sa densité est de 1,1845, et non pas de 1,761 comme l'a trouvé M. Dumas; un litre pèse à 0°c. 1$^{gr.}$ 53889. Il ne perd pas sa qualité inflammable par le contact de l'eau ou du mercure. Le gaz que donnent les acides phosphoreux et hypophosphoreux est identique avec le précédent, mais il n'est pas spontanément inflammable. Cette différence dans leurs propriétés est un cas d'isomérie.

L'hydrogène phosphoré, quant à sa composition, n'a d'analogie qu'avec l'hydrogène arsenié et l'ammoniaque, et il possède comme cet alcali la faculté de former des combinaisons définies avec des substances anhydres et particulièrement avec les chlorures volatils.

Le *chloride de titane et d'hydrogène phosphoré* ressemble au chloride de titane ammoniacal. L'eau, les carbonates alcalins en dégagent de l'hydrogène phosphoré non inflammable, mais l'ammoniaque au contraire en dégage du gaz qui s'enflamme spontanément, ce qui montre que les deux gaz peuvent prendre, selon les circonstances, des propriétés contraires. Lorsqu'on chauffe le chloride de titane phosphoré, il y a du titane réduit, mais la plus grande partie de la combinaison se sublime en éprouvant une certaine al-

tération ; elle peut être considérée comme formée de 3[at.] de chloride de titane et 2[at.] d'hydrochlorate d'hydrogène phosphoré.

Le *chloride de titane ammoniacal* est brun et contient :

Chloride de titane.	0,7349	— 1 at.
Ammoniaque.	0,2651	— 4 at. sim.

il donne par la chaleur un composé formé de 1[at.] de chloride de titane et 3[at.] d'hydrochlorate d'ammoniaque.

L'*hydriodate d'hydrogène phosphoré* est composé de 1[at.] de chacun de ses élémens.

Le *chloride d'étain et d'hydrogène phosphoré* est solide, jaune, déliquescent, décomposable par l'eau avec dégagement d'hydrogène phosphoré non inflammable. Par la chaleur il se décompose en produisant du chlorure d'étain, de l'acide hydrochlorique et du phosphore. Il est composé de :

Chloride d'étain.	0,9188	— 3 at.
Hydrogène phosphoré. . .	0,0802	— 2

Le *chloride d'étain ammoniacal* est composé, comme je l'ai déjà annoncé, de :

Chloride d'étain. . . .	0,8673	— 1 at.
Ammoniaque.	0,1337	— 2 at. sim.

l'eau ne le décompose pas et on peut même le faire sublimer dans une atmosphère d'hydrogène sans que la composition en soit altérée.

Le gaz hydrogène phosphoré forme avec le perchlorure d'antimoine une substance solide, rouge, avec dégagement de vapeur d'acide hydrochlorique.

Le même chloride donne, avec le gaz ammoniacal, une combinaison blanche que l'on peut sublimer sans l'altérer.

La combinaison du *chlorure d'aluminium et de l'hydrogène phosphoré* est blanche, et contient 6$^{at.}$ de chlorure pour 1$^{at.}$ de gaz quand elle a été préparée à froid ; mais, lorsqu'elle a été sublimée, elle contient deux fois autant de gaz phosphoré.

L'ammoniaque se combine à froid avec le chlorure d'aluminium dans la proportion de 2$^{at.}$ pour 1$^{at.}$; en sublimant la combinaison dans une atmosphère d'hydrogène, elle perd la moitié de son ammoniaque.

Le *chloride* de fer est changé en phosphure par l'hydrogène phosphoré. Ce chloride absorbe l'ammoniaque et produit avec cet alcali un composé rouge, soluble dans l'eau, volatil en partie, sans décomposition, et qui contient 0,09 d'ammoniaque, ou 1$^{at.}$ pour 1$^{at.}$ de chloride.

Le chlorure de chaux est transformé en phosphure par l'hydrogène phosphoré à une température peu élevée.

Avec le chlorure de soufre l'hydrogène phosphoré produit un composé formé de 2^{at} de soufre, 2^{at} de chlore et 1$^{at.}$ de phosphore, et que l'on peut considérer comme contenant 2$^{at.}$ de chlorure de soufre et 1$^{at.}$ de sulfure de phosphore, PS^3. Il est détruit par l'eau.

L'ammoniaque donne avec le chlorure de soufre une substance pulvérulente, rouge, que l'eau décompose avec dépôt de soufre et qui contient :

Chlorure de soufre. .	0,7976	— 1 at.
Ammoniaque.	0,2024	— 1

Le chlorure et le chloride de phosphore et l'hydrogène phosphoré se décomposent réciproquement avec formation d'acide hydrochlorique.

Le *chlorure de phosphore ammoniacal* est so-

lide et blanc, presqu'insoluble dans l'eau et dans l'ammoniaque, soluble dans les acides nitrique, sulfurique et muriatique, décomposable par la potasse, etc., et composé de :

Chlorure de phophore.	0,616	— 1 at.
Ammoniaque.	0,384	— 5

Le *chloride ammoniacal* se décompose spontanément en très-peu de temps. Il paraît contenir 1 at. de chloride et 1 at. d'ammoniaque.

A chaud, l'hydrogène phosphoré transforme les sulfures de potassium très-sulfurés en sulfo-phosphures blancs, avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

L'hydrogène phosphoré précipite l'argent de ses dissolutions à l'état de métal pur et la liqueur renferme de l'acide phosphorique.

Phosphure de cuivre.

Il précipite le cuivre à l'état de phosphure, mais une partie du phosphore se change en acide phosphorique que l'on retrouve dans la dissolution. Le phosphure de cuivre ainsi préparé, qui est d'abord noir, devient d'un rouge métallique comme le cuivre pur, lorsqu'on le soumet à une chaleur modérée; il n'abandonne pas de phosphore par la calcination, et il ne brûle pas avec une flamme de phosphore comme le phosphure obtenu par voie sèche. Il est inattaquable par l'acide muriatique, mais l'acide sulfurique et l'acide nitrique le dissolvent aisément; il est composé de :

Cuivre.	0,7516	— 3 at.
Phosphore.	0,2484	— 2

Les phosphures de cuivre préparés par voie sèche, en réduisant les chlorures, sulfures, etc., par l'hydrogène sulfuré, sont pulvérulens et noirs; mais ils deviennent d'un gris métallique

par la chaleur et ils brûlent avec une flamme phosphoreuse. Ils présentent donc un cas d'isomérie très-remarquable. Le phosphure que donne le chlorure contient 3$^{at.}$ de cuivre et 1$^{at.}$ de phosphore; celui que donne le chloride contient 3$^{at.}$ de cuivre et 2$^{at.}$ de phosphore, et, en réduisant le phosphate de cuivre au moyen de l'hydrogène, on en obtient un autre qui se compose de :

Cuivre.	0,651 —	1 at.
Phosphore.	0,349 —	1

Lorsqu'on chauffe ces phosphures à une forte chaleur dans un courant de gaz hydrogène, ils abandonnent une certaine proportion de phosphore et laissent un phosphure au minimum qui contient :

Cuivre.	0,844 —	3 at.
Phosphore.	0,156 —	1

L'hydrogène phosphoré réduit le sulfate de cuivre et le change en sulfo-phosphure avec dégagement d'acide sulfureux.

Phosphure de cobalt.

Le chlorure de cobalt est facilement changé en phosphure par l'hydrogène phosphoré. Il en est de même du phosphate par l'hydrogène. Le phosphure de cobalt est au contraire décomposé par le chlore et transformé en chlorure. Ce phosphure est composé de :

Cobalt.	0,735 —	3 at.
Phosphore.	0,265 —	2

Phosphure de nickel.

On peut obtenir du phosphure de nickel en réduisant soit le chlorure par l'hydrogène phosphoré, soit le phosphate par l'hydrogène.

Phosphure de fer.

Le phosphure de fer, obtenu en décomposant le sulfure par l'hydrogène phosphoré, est composé de 3$^{at.}$ de fer et 4$^{at.}$ de phosphore.

Chlorure de chrôme.

Le chlorure de chrôme est décomposé par l'hydrogène phosphoré, mais seulement à la chaleur rouge; il en résulte un phosphure pulvérulent, noir, très-peu soluble dans l'eau régale et composé de:

Chrôme.	0,642 —	1 at.
Phosphore.	0,358 —	1

Le plomb et l'étain ne sont précipités que difficilement de leurs dissolutions à l'état de phosphure par l'hydrogène sulfuré.

Les chlorures d'argent, de plomb et de mercure donnent des métaux purs avec l'hydrogène phosphoré par voie sèche.

Le chlorure de zinc et les sulfures de bismuth et d'antimoine sont changés en phosphures par ce gaz.

On peut classer les combinaisons gazéiformes de l'hydrogène avec les corps simples en plusieurs groupes bien distincts. Dans le premier groupe se rangent les composés de l'hydrogène avec le fluor, le chlore, le chrôme et l'iode; ils contiennent $\frac{1}{2}$ v. d'hydrogène et $\frac{1}{2}$ v. de l'autre élément; ils constituent des acides puissans. Le second groupe se compose des combinaisons de l'hydrogène avec l'oxigène, le soufre, le sélénium et le tellure; elles contiennent 1 v. d'hydrogène et $\frac{1}{2}$ v. de l'autre corps; elles forment des acides faibles, elles jouent souvent le rôle de bases, et elles se combinent avec l'ammoniaque.

L'hydrogène forme avec l'azote, le phosphore et l'arsenic le troisième groupe; ces combinaisons renferment 1 $\frac{1}{2}$ v. d'hydrogène et $\frac{1}{2}$ v. de l'autre corps, elles se comportent toujours comme des bases.

On voit que plus la quantité d'hydrogène qui entre dans les composés est grande, et plus la

condensation est forte et plus aussi ces composés jouissent des propriétés basiques. C'est donc le rapport inverse des combinaisons que forme l'oxigène.

Il existe encore un quatrième groupe des combinaisons de l'hydrogène; ce sont celles qu'il forme avec le carbone : il est probable que ces combinaisons sont basiques, parce qu'elles renferment plus d'hydrogène encore que les précédentes, et que la condensation y est plus grande.

L'hydrochlorate d'ammoniaque paraît être analogue aux combinaisons des chlorures avec l'ammoniaque, et d'après cela on doit le considérer comme un hydrochlorate et non pas comme un chlorure d'ammonium.

---

13. *Sur le* Dimorphisme *de l'*acide arsenieux; par M. Wöhler. (Ann. de Ch., t. 51, p. 201.)

J'ai observé, dans un four à griller le minerai de cobalt, une substance cristalline que j'ai reconnu être de l'acide arsenieux pur, mais qui n'a pas la forme que cette substance affecte ordinairement. Les cristaux, dont la plupart ont une ligne de longueur, sont incolores, transparens, nacrés, et ressemblent à la stilbite. Ils sont flexibles comme le sulfate de chaux; ils forment des tables hexagonales tellement minces, qu'elles ne peuvent pas être mesurées avec exactitude; mais il est facile de se convaincre que leur forme ne peut pas être réduite au système régulier, auquel appartient, comme on sait, l'acide arsenieux ordinaire cristallisé en octaèdre. La différence des caractères extérieurs de ces deux substances se manifeste d'une manière d'autant plus frappante, que l'on voit çà et là, sur les cristaux mêmes de la

variété anomale, des cristaux isolés et bien déterminés d'acide arsenieux octaédrique.

La découverte de cette forme dimorphe de l'acide arsenieux paraît lever une difficulté que présentait jusqu'ici la forme de l'oxide d'antimoine cristallisé. D'après la théorie, celui-ci devrait être isomorphe avec l'acide arsenieux, et cependant l'oxide d'antimoine natif appartient au système prismatique, tandis que l'acide arsenieux forme un octaèdre régulier. Mais, d'après un essai goniométrique approximatif fait par Mitscherlich, on peut avancer avec certitude que la forme de cette modification est en effet la même que celle de l'oxide d'antimoine natif. Cette relation remarquable devient encore plus intéressante si l'on se rappelle que l'on a observé nouvellement de l'oxide d'antimoine sous la forme octaédrique, observation que j'ai constatée moi-même en brûlant de l'antimoine dans l'air. J'obtins l'oxide cristallisé sous la forme prismatique ordinaire; mais tous ces prismes étaient garnis de petits cristaux octaédriques très-brillans, qui n'étaient également qûe de l'oxide d'antimoine cristallisé.

Il résulte de ces faits, que chacun de ces deux oxides, composés de la même manière, savoir : l'oxide d'antimoine et l'acide arsenieux, peut cristalliser sous des formes dimorphes, et que chaque forme de l'un de ces oxides a son isomorphe dans l'autre.

Par suite de ces considérations, il sera très-intéressant d'examiner la manière de cristalliser d'une série de sels doubles nouvellement découverts par M. Mitscherlich, dans lesquels l'acide arsenieux remplace comme base de l'oxide d'antimoine.

14. *Mémoire sur l'analyse chimique de l'*Atmosphère; par M. Brunner, de Berne. (Bibl. Univ., 1832, p. 271.)

J'ai entrepris une série d'expériences propres à faire connaître des moyens faciles et sûrs pour déterminer d'une manière directe la quantité d'eau et d'acide carbonique contenus dans un volume donné d'air atmosphérique.

Pour déterminer la vapeur d'eau, on a un vase cylindrique de verre ou de métal, de fer-blanc, par exemple, ayant deux ouvertures, la dernière garnie d'un robinet. Ce vase doit être de la contenance d'environ 30 litres; l'orifice supérieur étant en communication avec un tube de verre horizontal, il est clair que l'eau qui s'écoule par le robinet est remplacée dans le vase par un volume égal d'air passant à travers le tube. En remplissant celui-ci d'une substance hygrométrique capable de retenir la vapeur d'eau que cet air contient, on obtiendra directement, par l'augmentation de poids de ce tube, la proportion d'eau contenue dans un volume d'air égal à celui de l'eau écoulée.

Pour se servir avec sûreté de cet appareil très-simple, il faut satisfaire aux conditions suivantes:

1°. Le vase doit contenir au moins 30 litres, afin qu'on puisse agir sur un volume d'air un peu considérable;

2°. L'eau écoulée doit être reçue dans une grande bouteille, mesurée exactement et marquée à son col d'un trait de lime;

3°. Le tube hygrométrique doit avoir 10 à 12 pouces de longueur sur 3 à 3 lignes et demie de diamètre intérieur, et être muni de deux renflemens près des deux bouts. Ces renflemens sont

destinés à recevoir le liquide hygrométrique quand le tube ne se trouve pas dans une position parfaitement horizontale.

C'est l'acide sulfurique ordinaire qui sert de substance hygrométrique. On introduit dans le tube une quantité d'amiante suffisante pour en garnir les parois, et on l'humecte en y laissant tomber 50 gouttes d'acide; il est facile de mouiller l'amiante uniformément dans toute la longueur du tube par des inclinaisons convenables. Le tube ainsi préparé et assujetti aux deux bouts est posé sur une balance qui indique les milligrammes.

L'écoulement de l'eau doit être réglé d'une certaine manière : s'il s'effectuait trop vite, on pourrait craindre qu'une partie de la vapeur n'échappât à l'action de l'acide sulfurique; si au contraire il avait lieu trop lentement, on perdrait du temps inutilement; ou bien l'on agirait sur l'air dans un intervalle pendant lequel il pourrait survenir quelque variation dans la constitution de l'atmosphère.

On peut se servir du même appareil pour doser l'acide carbonique, en se servant d'un tube plus long. Ce tube doit avoir 3 pieds. On le remplit dans les deux premiers tiers de sa longueur d'hydrate de chaux, et on dispose le reste pour servir de tube hygrométrique, en y mettant de l'amiante humectée d'acide sulfurique; on sépare l'amiante humectée de la chaux par quelques fragmens de verre ou de porcelaine. C'est par l'augmentation de poids du tube, lorsqu'on y a fait passer un volume d'air mesuré, que l'on détermine la proportion d'acide carbonique contenu dans cet air.

15. *Sur le* CHLORURE D'IODE *et son application à la préparation de l'*ACIDE IODIQUE *pur*; par M. J. Liebig. (Mag. de Pharm. de Geiger, 1831, p. 26.)

On considère généralement la dissolution d'iode saturée de chlore, comme un mélange d'acide hydrochlorique et d'acide iodique, et on admet, d'après les expériences de M. Gay-Lussac, que l'acide iodique renferme 5 at. d'oxigène; mais les essais que j'ai faits prouvent que si l'acide iodique contient 5 at. d'oxigène, le chlorure saturé contient moins de 5 at. de chlore; car quand on le sature par un carbonate alcalin, outre le chlorure et l'iodate qui se produisent, il se dépose toujours de l'iode. On doit donc considérer la dissolution comme un mélange d'acide hydrochlorique, d'acide iodique et d'iode, ou bien d'acide hydrochlorique et d'un oxide de l'iode encore inconnu, qui se décompose par l'action des alcalis en iode et en acide iodique.

Le bi-iodate de potasse est soluble dans 75 parties d'eau froide. Il peut se combiner avec le chlorure de potassium; mais ce composé est détruit par l'eau bouillante. Le tri-iodate est soluble dans 25 parties d'eau froide.

Pour préparer l'iodate de soude sans perdre d'iode, on verse dans la dissolution chlorurée d'iode une certaine quantité de carbonate de soude; puis, quand elle devient fortement colorée, on y fait passer un courant de chlore, et ainsi alternativement jusqu'à saturation complète. On sépare l'iodate du chlorure de sodium en versant de l'alcool dans la liqueur rapprochée.

On obtient l'acide iodique en cristaux très-ré-

guliers, en faisant dissoudre à chaud 1 partie d'iodate de soude dans 1 p. d'acide sulfurique étendu préalablement de son poids d'eau, et faisant évaporer la dissolution sur un bain de sable.

Mais on prépare cet acide d'une manière plus simple par le procédé suivant. On fait bouillir 9 parties d'iodate de baryte avec 2 parties d'acide sulfurique préalablement étendu de 10 à 12 parties d'eau; on filtre; on fait évaporer la dissolution jusqu'à consistance sirupeuse, et on la laisse exposée pendant plusieurs jours à l'air : l'acide iodique s'en sépare peu à peu en cristaux transparens, très-réguliers, dont le volume augmente continuellement.

L'iodate de soude est un excellent réactif pour séparer la baryte de la strontiane, car il ne précipite pas cette dernière terre; tandis qu'il précipite si complétement la baryte de ses dissolutions neutres, qu'on n'en découvre pas trace dans les eaux mères. Le précipité est floconneux.

---

16. *Sur la préparation du* BI-OXIDE D'HYDROGÈNE; par M. Thénard. (Ann. de Chim., t. 50, p. 86.)

On sait que l'oxide de manganèse, que renferme toujours le deutoxide de baryum, occasione la décomposition d'une assez grande quantité d'eau oxigénée au moment où l'on veut le précipiter de la dissolution. J'ai trouvé qu'on prévient cet effet en ajoutant à 100 parties d'eau convenablement chargées d'oxigène, 2 à 3 parties d'acide phosphorique concentré, parce qu'il se forme du phosphate de manganèse qui n'a pas d'action sur l'eau.

D'ailleurs, lorsque la liqueur est arrivée au point de ne plus contenir que de l'eau, du bi-oxide

d'hydrogène et du chlorure de baryum, on en sépare celui-ci au moyen du sulfate d'argent.

---

17. *Mémoire sur un* GAZ HYDROGÈNE CARBONÉ *nouveau*; par M. Morin, de Genève. (An. de Ch., t. 49, p. 311.)

Lorsqu'on soumet à l'action du chlorure de chaux en dissolution ou du chlore liquide, du coton, du chanvre ou du lin écrus, ces corps sont d'abord blanchis; puis ils éprouvent peu à peu une solution de continuité, se réduisent ensuite à l'état pulvérulent, et finissent par se dissoudre complétement. La matière pulvérulente, bien lavée d'abord avec de l'acide hydrochlorique et ensuite avec de l'eau, étant soumise à l'action d'une chaleur d'abord très-faible, puis graduellement et lentement augmentée dans un tube de verre fermé d'un bout, brunit et se carbonise enfin complétement, en laissant dégager de l'eau, des traces d'acide acétique et de goudron, et beaucoup de gaz. Ceux-ci se produisent jusqu'au moment où la carbonisation est complète. Ils renferment constamment environ la moitié de leur volume d'acide carbonique. Le reste est un mélange d'oxide de carbone et d'un gaz hydrogène carboné nouveau, mélange dans lequel la proportion du dernier gaz augmente graduellement jusqu'à la fin.

Le nouveau gaz est composé de:

4 vol. d'hydrogène,
et 3 vol. de vapeur de carbone.

Je le nommerai *hydrogène sesqui-carboné*. J'avais d'abord pensé qu'il résultait d'un mélange à volumes égaux d'hydrogène bi-carboné et d'hydrogène proto-carboné ; mais la manière dont il se

comporte avec le chlore prouve qu'il n'en est pas ainsi. En effet, si l'on fait passer sur le mercure et dans une éprouvette graduée un volume donné du gaz produit par la distillation de la matière pulvérulente blanche, et qu'on y introduise une ou deux fois autant de chlore, on voit peu à peu remonter le mercure jusqu'au premier niveau, sans qu'il le dépasse : il n'y a donc pas diminution de volume; tandis que si l'on introduit dans le mélange une certaine quantité d'hydrogène bi-carboné, ce gaz est aussitôt condensé.

Quoique le chlore ne fasse éprouver aucune diminution de volume à l'hydrogène sesqui-carboné, il le décompose néanmoins en le transformant en hydrogène proto-carboné et en un liquide incolore qui se dépose en gouttelettes sur les parois de l'éprouvette, et qui paraît être du perchlorure de carbone.

L'hydrogène sesqui-carboné obtenu à une température basse, a la propriété de se dilater en doublant exactement de volume, sans subir aucune altération dans sa composition lorsqu'on le soumet à l'action d'une chaleur rouge. Il renferme alors un volume d'hydrogène égal au sien, tandis qu'avant d'avoir été chauffé il en renferme un volume double.

Le gaz hydrogène sesqui-carboné doit avoir pour densité 0,7705 à l'état condensé, et 0,38525 lorsqu'il est dilaté.

---

18. *Sur la* PARAFFINE *et l'*EUPIONE. (An. de Pog., t. 24, p. 173.)

M. le docteur Reichenbach, de Blansko, dans la Moravie, a décrit, dans le Journal de Schweigger

(vol. 59, p. 436; v. 61, p. 273; et v. 62, p. 129), deux produits qu'il a découverts par la distillation sèche des corps organiques, et qui se distinguent par leurs propriétés de toutes les substances connues jusqu'ici.

La *paraffine*, corps de la série des stéaroptes, est, à une température ordinaire, dure, cristalline, d'un blanc pur, sans odeur et sans saveur, tendre, ayant à peu près le toucher de la cétine, ductile sans cependant se réunir facilement, recevant par sa râclure un éclat gras, ne conduisant pas l'électricité, et ne présentant aucune diminution de poids sensible après avoir été exposée à l'air libre même pendant des mois; elle fond à 43° $\frac{3}{4}$ c. en un liquide incolore, transparent, oléagineux, entre en ébullition à une température plus élevée, et s'évapore ensuite sous la forme de vapeurs blanches, ne s'altère pas par la distillation, ne laisse point de résidu, et prend seulement une couleur brune dans le cas où elle serait réunie à d'autres substances organiques. Exposée à la flamme d'une bougie, elle fond sans brûler; si on la chauffe dans une cuiller de platine jusqu'à commencement d'évaporation, elle s'enflamme à une chandelle, et brûle avec une flamme blanche, pure, sans suie ni résidu. Une mèche qui en est imbibée brûle sans odeur comme une bougie; du papier non collé qu'on en frotte n'en reste pas imbibé; à une température ordinaire, elle ne fait pas tache comme la graisse; sa densité est 0,870.

Sous le rapport chimique, la paraffine se distingue par une indifférence remarquable; de là aussi son nom (de *parùm affinis*). Sont entièrement sans effet sur elle : le chlore dissous dans l'eau ou gazeux; les acides sulfurique, hydrochlo-

rique, nitrique, acétique, oxalique et tartrique; une dissolution de potasse, d'ammoniaque, de chaux, de baryte, de strontiane; les carbonates alcalins, l'hydrate de chaux en poudre, le potassium même en fusion; l'oxide de plomb rouge et l'hyperoxide de manganèse. Le soufre, le phosphore et le sélénium ne se fondent pas ensemble avec la paraffine; mêlés avec elle après avoir été fondus, elle ne paraît en prendre qu'une petite quantité. Elle ne se combine pas par la fusion avec le camphre, la naphtaline, le benjoin, la poix noire compacte, mais bien avec la stéarine, la cétine, la cire d'abeilles et la colophane. La graisse de porc et le suif fondent avec elle, mais s'en séparent en se refroidissant. L'huile d'olives dissout mal à froid la paraffine, mais facilement à chaud; l'huile d'amandes aussi, mais plus lentement. L'huile de térébenthine, l'huile de goudron, le naphte la dissolvent au contraire facilement à froid. 100 parties d'éther dissolvent 140 parties de paraffine à 25° c.; à une température un peu plus basse, la solution se fige en une masse blanche cristalline. L'alcool absolu en dissout peu à froid, et laisse même ce peu se précipiter si l'on ajoute de l'eau; tout bouillant, il n'en prend que 3,45 pour cent de son poids, et la solution se fige en se refroidissant. L'alcool de 80 pour cent n'en dissout à 20° c. que 0,33 (pour cent?). Les papiers végétaux colorés ne sont point altérés par la solution alcoolique.

L'*eupione* (de πιῶν ou πιὸν, gras, et l'adverbe ευ) est liquide même à — 20° c., incolore, claire comme de l'eau, sans saveur ni odeur, inaltérable à l'air, pas conducteur de l'électricité, sans effet sur le papier de tournesol et de curcuma, liquide

comme l'alcool absolu; forme des gouttes à 20° c. 0,296 aussi grosses que des gouttes d'eau; s'étend très-facilement sur le verre, mais ne s'élève dans un tube de verre qu'à 0,6207 aussi haut que l'eau; fait une tache sur le papier absorbant qui disparaît d'elle-même avec le temps, et plus promptement avec le secours de la chaleur. Sa densité, à 22° c., est de 0,740; son volume augmente, depuis 19° c. jusqu'à 169° c., d'environ un cinquième; elle bout à 169° c. sous une pression atmosphérique de 27 po. et se volatilise, si elle est tout-à-fait pure, sans résidu ni couleur. Elle ne s'enflamme pas dans une coupe par une allumette, mais bien lorsqu'on la chauffe dans une cuiller de platine; elle brûle facilement au moyen d'une mèche, avec une flamme vive, sans suie, même lorsque la flamme est de la hauteur des mains.

L'eupione est entièrement insoluble dans l'eau froide ou chaude. 100 parties d'alcool absolu à 18° c. en dissolvent 33 parties; mais en se refroidissant l'eupione se dépose en très-grande partie. A chaud, ces deux liquides se mêlent en toutes proportions. De l'esprit-de-vin du commerce n'en dissout que 0,0125 p. c. à 18° c. et 5 p. c. à la chaleur de l'ébullition. L'éther mêlé à un dixième d'eupione forme un liquide clair, mais trouble, avec un poids quintuple; le dernier se clarifie après un repos pendant lequel de l'eau se sépare de l'éther. L'alcool pur se mêle à l'eupione en toutes proportions; en ajoutant de l'esprit-de-vin à 35° B., l'eupione se sépare de cette dissolution en gouttes onctueuses. L'éther acétique dissout environ un tiers de son poids d'eupione; le sulfure de carbone, l'essence de térébenthine, le naphte, l'huile d'amandes et d'olives se mêlent



facilement avec ce liquide, même à froid. L'eupione dissout à froid le chlore, et encore mieux le brôme; mais par la chaleur ces corps s'en séparent sans lui avoir fait éprouver d'altération. L'iode s'y dissout même à froid avec sa couleur violette, beaucoup plus à chaud, et se cristallise en partie par le refroidissement. Le phosphore, le sélénium et le soufre ne sont pas dissous à froid, mais bien à chaud; en se refroidissant, ils se précipitent de nouveau, le dernier en partie, et les deux premiers en totalité à ce qu'il paraît. La naphtaline, le camphre, la stéarine, la cétine, la cholestérine, la paraffine et le baume de copahu s'y dissolvent à froid et beaucoup plus à chaud. Le suif se dissout à 25° c., mais à 20° c. la dissolution devient grumeleuse, vraisemblablement parce que la stéarine se sépare et que l'oléine reste en dissolution dans l'eupione. La cire d'abeilles est entièrement dissoute à chaud, mais par le refroidissement elle se dépose en très-grande partie. La colophane ne se dissout qu'en partie à froid, mais entièrement à l'ébullition. Le benjoin, la gomme animée, la copale, la gomme laque ne se dissolvent qu'en partie, même par l'ébullition; et, par le refroidissement, ces diverses substances se précipitent de nouveau en totalité ou en partie. Le caoutchouc s'y gonfle d'une manière extraordinaire, et pourtant il ne s'y dissout pas à la chaleur d'un poêle, mais très-bien et complétement près de l'ébullition de l'eupione. La solution ne se dessèche pas à l'air; mais, exposée sur un carreau de verre à la chaleur d'un poêle, elle devient bientôt gluante, donne des fils et finit par sécher. Le caoutchouc reste pourtant comme un vernis cassant que l'on peut râcler en petites écailles comme de la gomme desséchée ou du vernis.

Sont sans effet sur l'eupione : l'acide nitrique concentré, l'acide sulfurique concentré, l'acide hydrochlorique, les acides acétique, oxalique, tartrique, succinique et citrique, le potassium, l'hydrate de potasse, l'hydrate de chaux, la dissolution de potasse, de chaux, de baryte et de strontiane; l'ammoniaque liquide, les alcalis carbonatés, l'oxide rouge de plomb, l'acide rouge de mercure, l'hyperoxide de manganèse, l'oxide de cuivre, le bi-chrômate de potasse.

Les deux matières que l'on vient de décrire paraissent être contenues dans le goudron des substances animales et végétales, comme aussi dans le goudron de charbon de terre. Cependant c'est du goudron végétal, surtout de celui du hêtre, que l'on obtient le plus de paraffine et avec le plus de facilité, et c'est du goudron animal ou de l'huile de Dippel que l'on obtient le plus d'eupione.

Si l'on distille jusqu'à siccité le goudron provenant de la carbonisation du bois de hêtre, on obtient dans le récipient, pourvu qu'on ne l'ait pas changé ni remué, trois liquides différens : au-dessus un liquide huileux (l'huile légère de goudron), au milieu un liquide aqueux acide, et au fond aussi un liquide onctueux (l'huile pesante de goudron). On soumet le dernier à une distillation réitérée, et lorsque le produit commence à devenir insensiblement plus épais et qu'il contient des paillettes, on change le récipient et l'on augmente la chaleur tant que le permet le vase de verre et jusqu'à ce que le résidu devienne noir et épais. Il se trouve alors dans le récipient rempli d'un nuage jaune et épais, un liquide huileux dans lequel on remarque à contre-jour de nom-

breuses petites paillettes de paraffine. Si ce liquide n'a pas encore l'état convenable, on l'y amène par des distillations réitérées, et on en sépare ensuite la paraffine de deux manières différentes.

La première consiste à mêler et agiter le liquide distillé avec six ou huit fois son poids d'esprit-de-vin à 36° B. Après un peu de repos, il se dépose du mélange trouble une masse d'une liquidité épaisse, qu'on lave itérativement avec de l'esprit-de-vin de la même force jusqu'à ce qu'elle se transforme en petites feuilles incolores. On dissout enfin ces dernières à chaud dans de l'alcool absolu, et on laisse refroidir la dissolution. La paraffine se sépare en aiguilles blanches, minces, et en petites feuilles; et pour les purifier entièrement, on peut les dissoudre encore dans de l'alcool absolu chaud, et les séparer par le refroidissement. On agit de même avec la partie qui, par l'évaporation, s'est séparée de l'eau mère alcoolique. De cette manière on obtient la paraffine en un précipité peu consistant, d'un blanc de neige, non pas économiquement, puisqu'il faut employer beaucoup d'esprit-de-vin, et qu'une partie considérable de paraffine y reste en dissolution.

Le moyen suivant est plus convenable : on mêle et on agite l'huile de goudron pesante, qui a été distillée plusieurs fois, avec de l'acide sulfurique concentré ou de l'acide sulfurique fumant par petites portions ($\frac{1}{20}$ de son poids), jusqu'à ce que le mélange soit devenu entièrement noir et liquide, ce qui se fait avec chaleur et développement d'acide sulfureux, et exige en acide à peu près $\frac{1}{4}$ ou $\frac{1}{3}$ du poids du liquide oléagineux. Si la chaleur ne s'élève pas par-là jusqu'à 100° c., il

faut l'y porter artificiellement. On abandonne alors le mélange au repos pendant douze heures ou plus dans un lieu dont la température ne soit pas moins de 50°, de sorte que la paraffine ne puisse se figer, et l'on trouve sur la surface un liquide entièrement incolore. On décante ce liquide, qui est une combinaison de paraffine avec une huile particulière; ou bien, après le refroidissement du tout, on l'enlève comme un disque, on le brise, on le lave avec de l'eau, et on l'exprime entre du papier absorbant; par ce moyen, l'huile est absorbée par le papier, et la paraffine reste en petites feuilles que l'on purifie de la manière déjà mentionnée, en les faisant dissoudre dans de l'alcool absolu chaud et que l'on peut fondre sous l'eau en une masse. Cette masse doit être incolore et transparente comme du verre pur, sèche et peu flexible, et ne faire aucune tache de graisse sur du papier absorbant.

Si, comme cela arrive quelquefois, la combinaison de paraffine et d'huile ne se séparait pas convenablement du mélange sulfurique, alors on la soumettrait à la distillation : l'eau, l'acide sulfurique et une huile s'évaporent. Aussitôt que cette dernière s'épaissit (contient de la paraffine), on la recueille à part et on la traite comme ci-dessus avec l'acide sulfurique, l'alcool, etc. Si cette combinaison n'est pas entièrement incolore, on la laisse se figer, et on la traite avec de l'acide sulfurique concentré; puis, pour la clarifier, on l'abandonne à un long repos à une température chaude.

On obtient l'eupione au mieux en mettant dans une cornue de fer du goudron animal brut et frais provenant de chairs, d'os, de sabots ou de cornes,

et de 8 litres on n'en retire que 5. Ce produit étant soumis à une nouvelle distillation, on n'en retire que 3 litres, que l'on agite avec soin par portions avec un demi-kilogramme d'acide sulfurique. On obtient ainsi une dissolution rouge et un liquide subtil, transparent, d'un jaune clair, que l'on sépare; on le mêle dans une retorte avec un poids égal d'acide sulfurique, et on le distille aux $\frac{3}{4}$. Le produit incolore est lavé avec une lessive de potasse, et après quelque temps de digestion on sépare l'huile et on la mêle encore une fois avec la moitié de son poids d'acide sulfurique; on la distille de nouveau, on la lave avec une lessive chaude de potasse, on la décante, on la distille alors très-lentement avec de l'eau pure jusqu'à ce que les $\frac{3}{4}$ soient passés dans le récipient, et il reste de la paraffine encore mêlée avec de l'eupione. On place l'eupione distillée à côté d'acide sulfurique concentré sous la pompe à air pendant 24 heures; on la porte ensuite à l'ébullition avec quelques grains de potassium, ce qui fait se déposer des flocons d'un brun rouge qu'on sépare; lorsque, après un traitement réitéré, elle ne se trouble plus, mais qu'elle laisse du potassium d'un blanc métallique, on la décante; elle n'est bien pure que lorsqu'elle brûle sans suie et que sa densité n'excède pas 0,740. On sépare l'eupione de la paraffine, soit par la distillation avec une forte addition d'eau, parce qu'elle est un peu plus volatile que la paraffine; soit par l'esprit-de-vin, dans lequel la paraffine est insoluble, ou par un grand froid, qui la fait cristalliser. La distillation avec l'eau, lorsqu'on n'en recueille que les premières portions, la donne entièrement exempte de paraffine.

Avec le procédé qu'on vient de décrire, et en n'y apportant que de faibles modifications, on extrait l'eupione du goudron végétal et la paraffine du goudron animal.

Les deux matières sont susceptibles de diverses applications techniques. La paraffine l'emporte sur la cire et bonifie le blanc de baleine pour l'éclairage, et peut rendre les meilleurs services pour boucher et mastiquer, parce qu'elle résiste parfaitement aux acides et aux alcalis; elle peut aussi servir pour graisser les voitures, etc. L'eupione est un excellent moyen pour conserver le potassium, vraisemblablement aussi pour séparer la stéarine de l'oléine, et l'une des substances les plus remarquables pour l'éclairage et qui ne donnent pas de suie, même en combinaison avec la paraffine.

---

19. *Analyse de la* PARAFFINE; par M. Jules Gay-Lussac. (An. de Pog., t. 24, p. 180.)

D'après la constitution grasse de la paraffine, il était impossible de la mêler avec de l'oxide de cuivre; on procéda donc pour l'analyse comme l'avait fait d'abord M. Oppermann, en opérant sur la naphtaline, c'est-à-dire que l'on pesa un petit morceau de paraffine, et qu'on le porta sur-le-champ dans le tube à combustion, de façon qu'il se trouva placé à peu près dans le milieu du tube. On chauffa alors sa partie inférieure jusqu'à fusion de la paraffine, que l'on fit couler jusqu'au bout fermé. Après le refroidissement, le tube fut rempli d'oxide de cuivre récemment rougi et à peine refroidi. La moyenne de deux analyses a donné:

Carbone.	0,857	— 76,437	— 1 at.
Hydrogène.	0,143	— 12,480	— 2
	1,000	88,917	

Cette substance n'est donc composée que de carbone et d'hydrogène, et, ce qui est très-remarquable, exactement dans le même rapport que dans le gaz oléfiant. Il est probable qu'elle est identique avec la substance blanche cristalline découverte par Sérullas.

La paraffine se décompose lentement dans l'acide sulfurique anhydre, et même dans l'acide sulfurique concentré à l'aide de la chaleur. La liqueur s'échauffe et noircit, mais elle ne contient pas d'acide sulfovinique.

20. *Sur la formation de la* NAPHTALINE; par M. le Dr. Reichenbach; *et sur sa composition*, par M. Oppermann. (Ann. de Ch., t. 49, p. 36.)

M. Reichenbach prouve d'une manière évidente que la naphtaline n'est pas toute formée dans la houille, le goudron, etc., et qu'elle ne résulte que de la décomposition de celui-ci par la chaleur : aussi se produit-elle en grande quantité dans les fabriques de noir de fumée, et cette substance lui doit son odeur.

Noir de fumée. Pour préparer le noir de fumée, un four destiné à recevoir les combustibles est joint au réservoir par un tuyau ou par un conduit maçonné, long de 15 à 18 pieds, sur 2 pieds carrés de section. On ne laisse pénétrer dans l'intérieur du foyer que l'air absolument nécessaire pour que la flamme ne s'éteigne pas. Le feu est entretenu de cette manière sans interruption, nuit et jour, pendant des semaines entieres. Le conduit par

lequel passent les produits de la combustion est chauffé au point que non-seulement il en devient rouge, mais que les briques même en sont fondues. C'est de la longueur et du degré de chaleur de ce conduit que dépend le bon ou le mauvais succès de la fabrication. S'il est trop court ou trop froid, le noir en devient huileux et forme des grumeaux; si au contraire il est long et bien chauffé dans toute son étendue, on obtient un noir sec et en flocons très-légers, et la raison en paraît évidente. Le but de la fabrication consiste uniquement à carboniser complétement les parties huileuses produites par la combustion, et c'est précisément dans cette circonstance que la naphtaline se forme. On peut en extraire des quantités considérables du noir de fumée par simple distillation, tandis que l'on n'en obtient pas la plus petite trace par la distillation de la houille, du bois, du goudron, etc., sans le contact de l'air. Naphtaline.

M. Faraday a trouvé dans la naphtaline:

0,9375 de carbone, — 5 at.
0,0625 d'hydrogène — 4

L'analyse que j'en ai faite m'a donné:

Carbone. . . .	0,946857	1,000000
Hydrogène. . .	0,053143	

Je crois, d'après cela, qu'elle doit être considérée comme composée de:

Carbone.	0,949	— 3 at.
Hydrogène.	0,051	— 2
	0,1000	

21. *Sur un nouveau moyen de préparer la* NAPHTALINE, *et sur son analyse*; par M. Laurent. (Ann. de Ch., t. 49, p. 214.)

C'est à M. Kidd que l'on doit la découverte de la naphtaline. Il l'a préparée en faisant passer le goudron de la houille à travers un tube incandescent, etc.; mais il n'en obtint ainsi qu'une très-petite proportion.

J'ai distillé du goudron de houille dans une cornue de verre, à laquelle était adaptée une allonge de fer-blanc, et j'ai augmenté la chaleur graduellement. Il a passé une huile limpide légèrement colorée en jaune, puis une huile qui se solidifia à une température voisine de zéro; après quoi vint une substance jaune qui se condense en une masse visqueuse ou grenue, d'un jaune orange, d'une odeur très-forte et très-désagréable, et vers la fin la matière se boursouffla, en laissant échapper ce produit semblable au réalgar qui a été observé par M. Robiquet. La naphtaline se trouve dans les deux premiers produits huileux. Pour l'extraire, on fait refroidir ces huiles à 10°, on exprime dans un vase la naphtaline qui cristallise et on l'agite avec de l'alcool froid, qui dissout l'huile et la matière visqueuse adhérente; on l'exprime de nouveau, etc., pour l'avoir parfaitement pure, il est nécessaire de la sublimer à une douce chaleur, ou de la dissoudre dans l'alcool bouillant.

Mais le moyen de préparation suivant donne de bien meilleurs résultats. On distille du goudron jusqu'à réduction de son volume à moitié; on introduit les huiles condensées dans une cornue tubulée, munie d'un récipient refroidi à zéro, et l'on y fait passer un courant de chlore pen-

dant plusieurs jours de suite. La liqueur s'échauffe, il s'en dégage des vapeurs d'acide hydrochlorique d'une odeur désagréable, et l'huile devient aussi noire que le goudron. On l'agite avec de l'eau qui lui enlève de l'acide hydrochlorique, on distille l'huile restante, et on sépare la naphtaline du produit condensé par refroidissement, ainsi qu'il est dit plus haut.

La naphtaline se distingue par l'odeur de narcisse qui lui est propre. Elle cristallise en feuilles rhomboïdales, excessivement minces, et dont les angles sont d'environ 122 et 78°. c. Elle est soluble à chaud dans l'alcool et l'éther; les acides muriatique, acétique et oxalique la dissolvent à chaud, en prenant une couleur d'œillet pourpré, et l'abandonnent par le refroidissement. Elle se combine sans s'altérer avec l'acide sulfurique. Le chlore et le brôme l'attaquent vivement. L'iode, le phosphore, le soufre, le chlorure de soufre et le sulfure de carbone ne l'altèrent pas. Le potassium s'y fond sans s'altérer. Elle donne, avec l'acide nitrique, des produits compliqués.

Dans la distillation du goudron on obtient un résidu charbonneux, infusible; mais, si on arrête l'opération avant qu'il ne se boursouffle par le refroidissement, il se solidifie en une masse résineuse d'un brun noir, possédant une cassure conchoïdale, susceptible de se mouler à chaud, et de recevoir les empreintes les plus délicates. Cette matière pourrait être employée plus avantageusement que le plâtre pour mouler différens objets.

J'ai trouvé la naphtaline composée de :

Carbone.	0,9395 —	5 at.
Hydrogène.	0,0605 —	4

Ce qui s'accorde avec l'analyse de M. Faraday.

22. *Recherches sur les combinaisons de l'*Hydrogène *et du* Carbone ; par M. J. Dumas. (Ann. de Ch., t. 50, p. 182.)

Naphtaline. La naphtaline fond à 79° ; elle entre en ébullition à 212° ; la densité de sa vapeur est égale à 4,528, et le poids du litre de sa vapeur est égal à 5g,882. D'après l'analyse de M. Faraday et celle de M. Laurent, elle serait composée de 5 at. de carbone et de 2 at. d'hydrogène. Ce résultat s'accorde parfaitement avec la densité de sa vapeur, et celle-ci suppose que chaque volume de naphtaline renferme 10 v. de carbone et 4 v. d'hydrogène. D'après sa capacité de saturation pour l'acide sulfurique, son poids atomique est de 1641 : il s'ensuit que, de même que pour l'hydrogène bicarboné, chaque atome de naphtaline équivaut à 4 volumes.

Le chlore mis en contact avec la naphtaline la liquéfie d'abord en se combinant avec elle ; mais bientôt la matière se solidifie de nouveau, et l'on obtient un composé qui renferme 2 v. de chlore et 1 v. de naphtaline : cependant la production simultanée de l'acide hydrochlorique laisse quelques doutes sur ce résultat.

M. Laurent a fait voir que la naphtaline existe toute formée dans le goudron de houille, et qu'elle y est engagée dans une combinaison très-intime avec une huile.

La naphtaline est encore accompagnée dans le goudron de houille d'une autre substance particulière nouvelle à laquelle j'ai donné le nom de *paranaphtaline*.

On peut partager en quatre époques bien distinctes la distillation du goudron de houille. Le

premier produit est une substance oléagineuse qui fournit beaucoup de naphtaline pure. Le second produit est encore huileux; mais il fournit à la fois de la naphtaline et de la paranaphtaline, que l'on peut séparer l'une de l'autre au moyen de l'alcool. Le troisième produit est visqueux : il ne renferme pour ainsi dire que de la paranaphtaline, mais elle est accompagnée d'une matière visqueuse qui rend sa purification très-difficile. Enfin, le quatrième et dernier produit ne se distingue du précédent qu'en ce qu'il est accompagné de cette substance jaune rougeâtre ou orangée qui se montre à la fin de toutes les distillations de cette espèce.

Pour extraire la paranaphtaline du second de ces produits, il suffit de le refroidir à — 10°. La paranaphtaline se dépose en grains cristallins : on la jette sur un linge pour l'exprimer et on la traite ensuite par l'alcool qui dissout le reste de la matière huileuse, ainsi que la naphtaline. On soumet la paranaphtaline à deux ou trois distillations pour la purifier. Paranaph-taline.

Cette substance n'entre en fusion qu'à 180°, et elle ne bout qu'à une température qui est audessus de 300°; cependant elle peut aisément se sublimer avant d'entrer en fusion, elle se condense en cristaux lamelleux et contournés sans formes déterminables.

La paranaphtaline est insoluble dans l'eau, et elle est à peine soluble dans l'alcool et l'éther. Son meilleur dissolvant est l'essence de térébenthine. Elle se dissout aussi dans l'acide sulfurique concentré, qu'elle colore en vert sale. L'acide nitrique l'attaque avec dégagement de gaz nitreux; elle a la même composition pondérale que la

naphtaline; mais d'après la densité de sa vapeur, que j'ai trouvée égale à 6,741 (un litre pèse 8g,758), elle doit être formée de 15 v. de carbone et de 6 v. d'hydrogène.

Idriadine. Je nomme *idriadine* une substance qui a été observée pour la première fois par M. Paysié dans la gangue bitumineuse des minerais de mercure d'Idria. Pour se la procurer, on met les morceaux de minerai concassé dans une cornue tubulée, dont le col, placé presque verticalement, plonge dans une éprouvette longue et étroite; on dirige un courant de gaz acide carbonique dans la cornue, et l'on chauffe celle-ci peu à peu. Le minerai, qui ressemble à de la houille, mais qui est brun, entre en fusion, bout, et fournit d'abord des vapeurs mercurielles; mais, bientôt après, l'idriadine se dégage en abondance, et elle n'est accompagnée ni de bitume, ni d'huile, ni d'eau. Pour débarrasser l'idriadine du mercure dont elle est mélangée, on la dissout dans l'essence de térébenthine bouillante, et par le refroidissement on l'obtient sous forme de lamelles contournées blanches, et d'une extrême légèreté.

L'idriadine est fusible, mais à une température si élevée qu'on ne peut guères la faire entrer en fusion sans l'altérer. Elle est volatile; mais, quand on la distille même dans le vide, il s'en décompose au moins les neuf dixièmes. Elle n'est pas soluble dans l'eau, et elle l'est à peine dans l'alcool et dans l'éther; elle se dissout à chaud dans l'acide sulfurique auquel elle communique une très-belle couleur bleue analogue à l'indigo.

Je l'ai trouvée composée de :

Carbone.	0,949	— 3 at.
Hydrogène.	0,051	— 2

La facilité avec laquelle l'idriadine se dégage du minerai de mercure qui la renferme devait faire penser qu'elle s'y trouvait toute formée ; effectivement, j'ai reconnu que l'essence de térébenthine bouillante, et même l'alcool, en enlève au minerai une quantité notable, qui se dépose par le refroidissement ou par l'évaporation. Il est très-probable que la naphtaline se trouve également toute formée dans la houille.

---

23. *Sur l'esprit* PYRO-ACÉTIQUE ; par M. J. Dumas. (An. de Ch., t. 49, p. 208.)

J'ai analysé l'esprit pyro-acétique provenant de la distillation de l'acétate de chaux, et je l'ai trouvé composé de :

Carbone.	0,6255	— 3 v.
Hydrogène.	0,1020	— 3
Oxigène.	0,2725	— $\frac{1}{2}$
	0,0000	

La densité de sa vapeur est de 1,989 à 2,019.

Si d'un atome d'acide acétique sec $H^6C^8O^3$ on retranche deux volumes d'acide carbonique C^2O^2, il reste H^6C^6O, c'est-à-dire deux volumes d'esprit pyro-acétique. En quadruplant cette quantité d'esprit pyro-acétique, on a $H^{24}C^{24}O^4$, qui se représentent par $H^6C^8O^3 + H^{16}C^{16} + H^2O$; ce qui permet de croire que l'esprit pyro-acétique est une sorte d'éther acétique.

---

24. *Mémoire sur les* GOMMES ; par M. Guérin. (An. de Ch., t. 49, p. 248.)

Les gommes donnent avec l'eau des mucilages

qui ne cristallisent pas, et elles se transforment en acide mucique par l'action de l'acide nitrique.

Il y a trois espèces principales de gommes, savoir : l'*arabine*, la *bassorine* et la *cérasine*.

Arabine. L'arabine est incolore et transparente, à cassure vitreuse, inodore et insipide. Entre 150 et 200°, elle se ramollit et se tire en fils. Elle est très-soluble dans l'eau; sa dissolution s'acidifie lentement à l'air. L'acide sulfurique concentré la convertit en matière gommeuse, et, par un traitement subséquent, en une matière sucrée cristallisable, mais qui ne peut pas éprouver la fermentation alcoolique. L'acide nitrique la change en acide mucique : 100 parties d'arabine traitées par 400 parties d'acide nitrique donnent 16,88 d'acide mucique; une plus grande proportion d'acide nitrique diminue la production de l'acide mucique et augmente celle de l'acide oxalique. L'arabine est composée de :

Carbone.	0,4381 —	6 at.
Oxigène.	0,4985 —	5
Hydrogène.	0,0620 —	10
Azote.	0,0014 —	
	1,0000	

L'azote y est en si petite quantité, qu'on doit le regarder comme tout-à-fait accidentel.

Bassorine La bassorine est solide, incolore, demi-transparente, inodore et insipide. Elle est insoluble dans l'eau, mais elle en absorbe et augmente beaucoup de volume. Elle fournit avec l'acide sulfurique une matière sucrée cristallisable, non fermentescible. Elle est composée de :

Carbone.	0,3728 —	10 at.
Oxigène.	0,5587 —	11
Hydrogène.	0,0685 —	22
	1,0000	

Cérasine.

La cérasine est solide, incolore, demi-transparente, facile à pulvériser, insipide. Elle se gonfle dans l'eau froide sans s'y dissoudre. L'eau bouillante la change, par une dissolution prolongée, en arabine, sans que son poids augmente ou diminue. C'est une véritable transformation isomérique, car sa composition n'est pas modifiée. Il semble qu'on peut se rendre compte de cette transformation en ayant égard aux circonstances où les gommes ont pris naissance. Les gommes arabique et du Sénégal découlent de certains arbres dans les pays où la température est plus élevée que dans nos climats; et puisque en faisant bouillir la cérasine dans l'eau on obtient de l'arabine, ne peut-on pas conclure que la chaleur artificielle remplace jusqu'à un certain point la chaleur naturelle des climats de l'Asie et de l'Amérique?

Les gommes arabique et du Sénégal sont composées, pour la plus grande partie, d'arabine, d'un peu de chlorophylle, d'une matière analogue à la cire, d'acétate de potasse, de malate acide de chaux (ce qui explique pourquoi ces gommes sont le plus souvent acides), de traces d'une matière azotée et de substances fixes au feu; elles laissent environ 0,03 de cendres.

Gomme arabique

La gomme arabique est tantôt incolore, tantôt colorée en jaune, en rouge ou en brun; ces couleurs disparaissent par une longue exposition au soleil, et mieux encore par une température de 100°. Humectée, elle rougit le tournesol. Sa densité est 1,355. L'alcool bouillant lui enlève du malate acide de chaux, du chlorure de calcium et de potassium, de l'acétate de potasse, de la chlorophylle et une matière analogue à la cire.

Le chlore décolore d'abord sa dissolution; mais si on le fait passer pendant long-temps et en petite quantité dans cette dissolution, il se forme de l'acide carbonique et de l'acide hydrochlorique, et il se produit un précipité renfermant de l'arabine, du chlore et une matière azotée.

Gomme du Sénégal.

La gomme du Sénégal a les mêmes caractères que la gomme arabique. Sa densité est 1,436. 100 d'eau en dissolvent 18,49 à 20°, et 24,17 à 100°.

Graine de lin.

Le mucilage de la graine de lin est composé d'arabine, d'une matière azotée, et d'une substance insoluble dans l'eau qui ne donne pas d'acide mucique.

Gomme de Bassora.

La gomme de Bassora est d'un blanc légèrement jaunâtre. Sa densité est 1,359. Elle se gonfle beaucoup dans l'eau. Elle est composée de:

Eau.	0,2189	1,0000
Cendres.	0,0560	
Arabine.	0,1120	
Bassorine. . . .	0,6131	

Gomme adragante.

La gomme adragante a une densité de 1,384. Chauffée entre 40 et 50°, elle se réduit plus facilement en poudre qu'à la température ordinaire. Elle se gonfle prodigieusement dans l'eau, et répand au bout de quelque temps l'odeur de l'amidon. Après un certain temps d'ébullition, la matière mucilagineuse se colore en bleu par la teinture de l'iode. Elle renferme des globules de diverses formes, les uns arrondis, les autres alongés: les premiers ressemblent par la forme et par le volume à ceux de la pomme-de-terre; ce sont les seuls qui se colorent en bleu par l'iode, et ils ne diffèrent de ceux de la pomme-de-terre qu'en ce que la partie intérieure qu'ils renferment est

de l'arabine. La gomme adragante est composée de :

Eau.	0,1110	1,0000
Cendres.	0,0250	
Arabine.	0,5330	
Bassorine et amidon insoluble. . .	0,3310	

La cérasine mélangée avec de l'arabine et des proportions variables de cendres, constituent les gommes du pays. Voici la composition des cinq principales espèces : Gommes de France.

	Cerisier.	Abricotier.	Prunier.	Pêcher.	Amandier.
Eau. . .	0,120	0,068	0,152	0,14	0,138
Cendres.	0,010	0,033	0,026	0,052	0,030
Arabine	0,521	0,899	0,822	0,827	0,832
Césarine.	0,349				
	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000

La densité de ces gommes varie de 1,421 à 1,530. Leurs cendres sont de même nature que celles de la gomme arabique, et contiennent en outre du sulfate de potasse.

L'acide nitrique, en agissant sur l'arabine, l'amidon, le sucre de canne, ne fournit pas au commencement de l'expérience de l'acide malique, comme on le pense communément, mais bien un acide nouveau parfaitement distinct des acides connus.

Lorsqu'on fait bouillir pendant quelque temps de la gomme arabique avec 2 parties d'acide nitrique étendu de la moitié de son poids d'eau, Nouvel acide.

outre l'acide mucique et un peu d'acide oxalique, il se forme un autre acide particulier, qui n'est pas de l'acide malique, comme on l'a cru; cet acide ne cristallise pas. C'est un liquide sirupeux, incolore ou jaunâtre, inodore, ayant la même saveur que l'acide malique. Il se charbonne facilement au feu. Il est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il forme avec la baryte, la strontiane et la chaux, des sels insolubles dans l'eau, mais solubles dans un léger excès d'acide; avec l'oxide de plomb un sel insoluble dans l'eau froide et dans un excès d'acide, et un peu soluble dans l'eau bouillante; et enfin avec l'ammoniaque un sel acide qui cristallise en prismes à base rectangulaire, très-peu soluble dans l'eau froide, très-soluble dans l'eau bouillante, et insoluble dans l'alcool.

25. *Action du chlore sur les* GOMMES; par M. Simonin. (Ann. de Ch., t. 50, p. 319.)

Quand on fait passer du chlore en grand excès, pendant plusieurs jours, dans une dissolution de gomme du Sénégal, il se dépose du sulfate de chaux, la liqueur devient beaucoup moins visqueuse et renferme de l'acide hydrochlorique, et un autre acide qui paraît être le même que celui que M. Guérin a obtenu en traitant les gommes par l'acide nitrique.

On extrait cet acide de la liqueur en sur-saturant celle-ci avec de la chaux, lavant le dépôt, et le décomposant ensuite par l'acide sulfurique affaibli.

L'acide extrait de la gomme par le chlore est incristallisable et poissant; il attire l'humidité de l'air, mais il est peu soluble dans l'alcool rectifié.

L'eau de chaux et l'eau de baryte le précipitent; il forme avec les bases salifiables des combinaisons incristallisables. Saturé de carbonate de chaux, il donne un sel très-soluble, qui, desséché, ressemble à de la gomme.

---

26. *Recherches sur le radical de l'*ACIDE BENZOÏQUE ; par MM. Liebig et Wöhler. (Ann. de Ch., t. 51, p. 273.)

Il existe dans l'huile des amandes amères une substance composée de trois élémens : carbone, hydrogène et oxigène, dont la formule est $14 C + 10 H + 2 O$ et qui se comporte dans beaucoup de circonstances comme un corps simple, à la manière du cyanogène. Nous la nommons *benzoïle*. Benzoïle

La benzoïle, combinée avec 1 at. d'oxigène, forme l'acide benzoïque anhydre, composé de :

Carbone.	0,7443 —	14 at.
Hydrogène.	0,0434 —	10
Oxigène.	0,2123 —	3

Et avec 1 at. d'oxigène et 1 at. d'eau, l'acide cristallisé composé de :

Carbone.	0,6925 —	14 at.
Hydrogène.	3,0486 —	12
Oxigène.	0,2589 —	4

Avec 2 at. d'hydrogène, c'est l'huile d'amandes amères pure privée d'acide prussique, qui contient :

Carbone.	0,7956 —	14 at.
Hydrogène.	0,0556 —	12
Oxigène.	0,1488 —	2

Cette huile, en se changeant à l'air en acide

benzoïque, ne fait que prendre 2 at. d'oxigène, dont l'un forme, avec le radical, l'acide benzoïque; et l'autre, en se combinant à 2 at. d'hydrogène, forme la proportion d'eau.

Le chlore, le brôme, l'iode, le soufre, le cyanogène, peuvent prendre dans l'huile la place de l'hydrogène; et les composés qui en résultent, comparables avec les combinaisons correspondantes de ces corps simples avec le phosphore, forment tous, lorsqu'on les décompose par l'eau, d'un côté un hydracide, et de l'autre de l'acide benzoïque.

Benzamide. Le benzoïle produit, avec l'ammoniaque, un composé analogue à l'oxamide, qui contient :

Carbone.	0,6973 —	14 at.
Hydrogène.	0,0569 —	14
Azote.	0,1153 —	2
Oxigène.	0,1305 —	2

Nous donnons à ce composé le nom de *benzamide*.

Benzoïne. Le benzoïle peut être obtenu par différens procédés chimiques sous un état isomérique : dans ce dernier état, nous le désignons sous le nom de *benzoïne*.

---

27. *De la formation de l'*AMMONIAQUE *dans la réaction de l'hydrogène sulfuré et de l'acide nitrique*; par M. Johnston. (An. de Pog., t. 24, p. 354.)

Toutes les fois qu'on fait passer du gaz hydrogène sulfuré dans de l'acide nitrique ou dans la dissolution d'un nitrate qui contient de l'acide nitrique, il se forme une quantité plus ou moins grande d'ammoniaque, indépendamment de l'acide sulfurique et de l'eau, et il y a presque toujours en même temps dépot de soufre.

28. *Sur les combinaisons produites par l'action du* CHLORE *sur l'*ALCOOL, *l'*ÉTHER, *le* GAZ OLÉFIANT *et l'*ESPRIT ACÉTIQUE; par M. J. Liebig. (An. de Ch., t. 49, p. 146.)

Lorsqu'on fait passer du chlore sec en cristaux à travers de l'alcool absolu, il se dégage de l'éther et de l'acide hydrochlorique, et il se forme un composé particulier que j'appelle *chloral*. C'est un liquide oléagineux, incolore, dont la densité est de 1,502, et qui peut être distillé à 94° sans altération. Il est sans saveur, mais il a une odeur pénétrante qui provoque le larmoiement. Il est très-soluble dans l'eau, et composé de : Chloral.

Carbone.	0,1837 —	9 at.
Chlore.	0,7009 —	12
Oxigène.	0,1154 —	4

Lorsqu'on le mêle à une petite quantité d'eau, il s'échauffe et se prend en une masse blanche cristalline qui paraît être un hydrate. Chlorure de carbone.

En distillant un mélange de chloral et de lait de chaux, de potasse ou de baryte, on obtient un nouveau chlorure de carbone sous forme d'un liquide incolore et très-dense, qui contient :

Carbone.	0,1213 —	1 at.
Chlore.	0,8787 —	5

Et il se produit en même temps de l'acide formique qui reste en combinaison avec la base. On peut se procurer le même chlorure de carbone facilement et en grande quantité en distillant de l'alcool très-étendu avec du chlorite de chaux.

Dans la réaction du chlore et du gaz oléfiant, il se forme une quantité notable d'acide muriatique. L'huile du gaz oléfiant est composée de 1 at. de chlorure de carbone $Chl^5 + C^2$, de 3 at. d'acide muriatique $Chl^3 + H^3$, et de 6 at. d'hydrogène carboné $C^6 + H^{12} = Chl^8 + C^8 + H^{15}$. Huile de gaz oléfiant.

Chlore et éther. A la température ordinaire, le chlore gazeux enflamme l'éther; mais en abaissant la température à —10°, on peut saturer ce liquide, et il en résulte une substance huileuse d'une odeur aromatique particulière.

Éther chlorique. On désigne ordinairement sous le nom d'éther chlorique le corps huileux que l'on obtient en distillant ensemble de l'acide sulfurique, du peroxide de manganèse, du sel marin et de l'alcool. Mais le procédé qui le donne en plus grande abondance est de mêler l'alcool, éteint à froid, de chlore avec son volume d'eau, et de rectifier immédiatement sur l'oxide de manganèse sans séparer le corps huileux qui s'est précipité. L'éther chlorique a une densité de 1,227; il bout à 112°.

Esprit pyro-acétique. L'esprit pyro-acétique résulte de la dissolution sèche des acétates, mais sa purification est longue et compliquée. C'est un liquide incolore, d'une odeur pénétrante particulière, très-sapide. Sa densité est de 0,7921; il bout à 55°,6. Il s'approche de l'alcool en ce qu'on peut le mêler avec l'eau en toute proportion; et il ressemble à l'éther en ce qu'il ne dissout pas la plupart des sels que dissout l'alcool. Il est composé de:

Carbone.	0,6252	— 3 at.
Hydrogène.	0,1027	— 6
Oxigène.	0,2721	— 1

On peut le considérer comme formé de 1 at. d'acide acétique, 8 at. de gaz oléfiant, et de 1 at. d'eau, et par conséquent comme analogue au sulfate neutre d'hydrogène carboné. En y ajoutant 1 at. d'acide carbonique, il reproduit la composition de l'acide acétique.

Chlore et esprit pyro-acétique. Si l'on fait passer du chlore gazeux dans de l'esprit pyro-acétique, il est absorbé avec développement de chaleur; il se dégage de l'acide mu-

riatique, et il se forme un produit huileux dont la densité est de 1,331, d'une odeur excessivement pénétrante, insoluble dans l'eau, et composé de:

Chlore.	0,280	1,000
Carbone.	0,280	
Hydrogène. . . .	0,028	
Oxigène.	0,166	

29. *De la décomposition que la chaleur fait éprouver à l'*HYDRATE D'ACIDE SULFURIQUE $\bar{H}\,\dddot{S}$.; par M. Hess. (An. de Pog., t. 24, p. 652.)

En distillant dans une cornue de verre un volume considérable d'acide sulfurique concentré, après que les deux tiers environ se sont évaporés, il passe de l'acide hydraté qui se dépose en petits cristaux cubiques sur les parois du col; en fondant ces cristaux dans un tube de verre pour en séparer l'acide liquide adhérent et les soumettant à l'analyse, on trouve que leur composition est telle que l'acide contient quatre fois autant d'oxigène que l'eau. En chauffant de nouveau cet hydrate dans un tube fermé par les deux bouts jusqu'à ce qu'il soit réduit à peu près à la moitié de son poids, le résidu est composé de telle manière que l'acide contient sept fois au moins autant d'oxigène que l'eau.

30. *Sur la composition de l'*ACIDE SULFOVINIQUE; par MM. Wöhler et Liebig. (Ann. de Phar., t. 1er.)

Le sulfovinate de baryte cristallisé est anhydre: il ne peut pas abandonner d'eau sans éprouver un commencement de décomposition; il contient:

2 at.	d'acide sulfurique	
1	de baryte.	
4	de carbone. . . .	2 at. d'alcool.
12	d'hydrogène. . .	
2	d'oxigène.	

22.

On peut donc considérer l'acide sulfovinique comme une combinaison d'acide sulfurique anhydre et d'alcool, ou, ce qui est plus vraisemblable, comme une combinaison d'acide sulfurique hydraté et de gaz oléfiant.

Lorsqu'on chauffe du sulfovinate de baryte avec du carbonate calciné, il s'en dégage de l'alcool pur sans que le sel noircisse, preuve incontestable que l'acide sulfovinique, au moins dans le sel barytique, ne peut pas, ainsi que le pense Sérullas, être considéré comme une combinaison d'éther et d'acide sulfurique anhydre.

Si, après avoir fait passer un courant de chlore dans une dissolution de sulfovinate de baryte, on rapproche la liqueur, il se dépose du sulfate de baryte en cristaux grenus. Ce fait infirme l'opinion de M. Dumas, qui admet la présence de l'acide hypo-sulfurique dans l'acide sulfovinique; car on sait que le chlore ne change pas les hypo-sulfates en sulfates.

---

31. Recherches *diverses*; par MM. Wohler et Liébig. (Ann. de Pog., t. 49, p. 257.)

Acide cyano-hydrosulfurique.

Les cristaux rouges qui se forment par la réaction du cyanogène sur l'hydrogène sulfuré sont composés de :

Soufre.	0,5004 —	6 at.
Cyanogène.	0,4111 —	6
Hydrogène.	0,0354 —	14
Oxigène.	0,0531 —	1
	1,0000	

ou de 6 at. d'hydrogène sulfuré, 6 at. de cyanogène et 1 at. d'eau. On peut les regarder comme

un hydracide hydraté dont le radical entre en combinaison avec les métaux, de telle manière que ceux-ci prennent la place de l'hydrogène.

Le sulfonaphtalate de baryte est composé de : Acide sulfo-naphtalique.

Baryte.	0,2658	1,000
Naphtaline.	0,4558	
Acide sulfurique. . . .	0,2784	

Il s'ensuit que l'acide sulfonaphtalique est, ainsi que M. Faraday l'avait trouvé, un composé d'acide sulfurique et de naphtaline sans eau.

Quand on fait passer du gaz fluoborique dans de l'alcool absolu, le liquide se prend en gelée transparente et fumante, et contient réellement une quantité notable d'éther, ainsi que l'a annoncé M. Desfosses. Ether

Le gaz flusiolicique se dissout au contraire sans altération dans l'alcool absolu. Le rôle que l'on avait attribué, dans la formation de l'éther par l'acide sulfurique, à l'acide sulfovinique qui se produit, nous paraîtrait, à cause de cela, très-problématique.

---

32. *Sur quelques combinaisons du* CYANOGÈNE; par M. Wohler.

Lorsque l'on fait passer du cyanogène dans de l'ammoniaque liquide, il se produit, 1°. du prussiate d'ammoniaque; 2°. une matière charbonneuse d'un brun foncé; 3°. de l'oxalate d'ammoniaque, et 4°. de l'urée. Ammoniaque

En faisant arriver dans une cloche entièrement remplie d'eau de l'hydrogène sulfuré et du cyanogène, et agitant fréquemment, il y a absorption des gaz et il se forme, 1°. la combinaison jaune dont a parlé M. Gay-Lussac, et 2°. un com- Hydrogène sulfuré.

posé de couleur rouge orangée, très-peu soluble dans l'eau et soluble dans l'alcool, et qui se sépare de ce réactif en cristaux réguliers par refroidissement. Ce composé diffère de celui de M. Gay-Lussac par la propriété qu'il a de former, dans la dissolution d'acétate de plomb, un précipité jaune orangé semblable au chromate de plomb.

Sulfate de potassium. L'action du cyanogène sur les sulfures alcalins est toute simple. Le sulfure de potassium à deux atomes de soufre forme du cyanure et du sulfocyanure de potassium; et celui qui contient plus de quatre atomes de soufre abandonne une partie de cette substance, jusqu'à ce qu'il se change en quadrisulfure, qui forme du sulfocyanure de potassium, en prenant pour cela la quantité de cyanogène qui lui est nécessaire. Le sulfure de potassium à quatre atomes de soufre, lorsqu'on le chauffe fortement dans le gaz cyanogène, se change en sulfocyanure pur.

---

33. *Mémoire sur l'influence qu'exerce la présence de l'*EAU *dans un grand nombre de réactions chimiques*; par M. J. Pelouze. (Ann. de Ch., t. 50, p. 314 et 434.)

La présence de l'eau ne paraît pas être toujours nécessaire aux réactions chimiques, mais elle modifie presque toujours considérablement ces réactions.

L'acide racémique et l'acide tartrique dissous dans l'alcool, l'acide acétique dans son plus grand état de concentration, l'acide sulfurique anhydre, n'altèrent pas la couleur bleue du tournesol. L'acide acétique, d'une densité de 1,063, est sans action sur le carbonate de chaux,

même à la température de l'ébullition et sous une pression de dix atmosphères; mais il dissout immédiatement la chaux caustique.

Les carbonates de potasse, de soude, de plomb, de zinc, de strontiane, de baryte et de magnésie, sont décomposés par l'acide acétique cristallisable; mais les trois derniers le sont avec une excessive lenteur, tandis que, lorsqu'on vient à ajouter de l'eau, la décomposition s'effectue avec une grande énergie. Si, au contraire, on le dissout dans plusieurs fois son volume d'alcool, il perd la possibilité de dégager l'acide des carbonates ci-dessus désignés.

Si l'on fait passer du gaz acide carbonique à travers une dissolution d'acétate de potasse opérée dans de l'alcool à 97°. centésimaux, il se précipite du carbonate de potasse.

L'alcool anhydre, l'éther sulfurique, l'éther acétique, masquent plus ou moins complétement les propriétés des acides les plus puissans; leur dissolution ne rougit pas le tournesol et n'attaque pas un grand nombre de carbonates.

Un mélange d'environ 6 p. d'alcool absolu et de 1 p. d'acide sulfurique concentré n'agit sur aucun carbonate neutre, tandis qu'il décompose l'acétate de potasse. Une solution concentrée de gaz acide hydrochlorique dans l'alcool dissout tous les carbonates, excepté le carbonate de potasse. Il en est de même des solutions alcooliques d'acide nitrique. Les acides tartrique, paratartrique, citrique et malique, en dissolution dans l'alcool, n'agissent pas, ou n'agissent que très-faiblement sur les carbonates. L'acide oxalique n'exerce aucune action sur les carbonates de potasse et de chaux.

Ces observations démontrent la difficulté plus ou moins grande qu'on éprouve à opérer des saturations au milieu de l'alcool, et doivent mettre en garde contre un jugement trop précipité sur la neutralité apparente des liquides. Les affinités des corps les uns pour les autres sont susceptibles de changer avec la nature des dissolvans dans le sein desquels l'action s'exerce présentement, et il ne serait pas exact de dire d'une manière absolue que tel acide décompose telle série de sels; car, à l'état isolé ou à l'état de dissolution, les résultats sont quelquefois tout différens.

Il n'est pas impossible qu'avec l'acide carbonique, ou tout autre acide faible dissous dans un véhicule convenable, on ne parvienne à éliminer les acides les plus puissans de leurs combinaisons salines.

L'acide oxalique, desséché sous la machine pneumatique et dissous dans l'alcool absolu, précipite le nitrate de chaux en solution dans le même liquide, sans qu'ici il y ait aucune intervention de l'eau.

---

34. Précipitation *des composés dans un dissolvant dans lequel ils sont inégalement solubles*; par M. Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. 49, p. 323.)

Beaucoup de sels insolubles dans l'eau se dissolvent dans les acides, mais ils en exigent en général des quantités très-différentes. On conçoit dès lors que si l'on donne dans le même dissolvant acide plusieurs sels remplissant cette condition, on pourra les précipiter tous successivement, en saturant peu à peu l'acide au moyen d'un alcali; le

sel le moins soluble sera précipité le premier, et le plus soluble le dernier : c'est un fait hors de toute contestation. Ce procédé peut être employé en grand; il peut même l'être quelquefois pour des analyses délicates; mais il serait plus commode et plus sûr d'opérer la précipitation sans être obligé d'avoir égard à la proportion d'alcali qui la détermine.

Le procédé que je propose, et qui m'est venu depuis long-temps à l'esprit, parce qu'il se rattache à celui que j'ai donné dans les anciennes *Annales de Chimie*, tome 49, page 21, pour la séparation mutuelle des oxides métalliques, consiste à verser dans la dissolution acide un sel végétal, de l'acétate de potasse par exemple; tous les sels qui demanderaient un grand excès d'acide minéral pour être tenus en dissolution, et qui, conséquemment, seront presque toujours insolubles dans l'acide acétique, seront précipités, et ceux qui y sont solubles resteront en dissolution. Ainsi, du phosphate de peroxide de fer et du phosphate de chaux étant dissous dans l'acide hydrochlorique, le premier sera seul précipité par l'addition d'acétate de potasse, et le second restera en dissolution. L'acide hydrochlorique, beaucoup plus puissant que l'acide acétique, se laisse saturer par la potasse et met à nu une quantité équivalente d'acide acétique, lequel, étant supposé ne pouvoir dissoudre le phosphate de fer, le laisse se précipiter et retient seulement le phosphate de chaux.

On peut concevoir un autre acide plus faible encore que l'acide acétique et s'en servir, combiné également avec une base, pour opérer des séparations qui ne pourraient avoir lieu avec l'acétate de potasse.

Étant donnés deux oxides métalliques en dissolution dans un acide minéral, susceptibles d'être précipités par un sel végétal, l'oxalate de potasse par exemple, mais que l'un seulement des oxalates métalliques soit soluble dans un excès d'acide oxalique, on pourra séparer immédiatement les deux oxides en versant dans leur dissolution du binoxalate de potasse.

La substitution d'un acide faible à un acide fort peut recevoir beaucoup d'applications. Elle sert, par exemple, à démontrer dans une dissolution la présence de composés qui se déroberaient à d'autres procédés d'exploration. Elle permet aussi de précipiter par l'hydrogène sulfuré seul des métaux qui, dissous dans des acides minéraux, ne pourraient être précipités que par des hydrosulfates. Ainsi le fer n'est point précipité de sa dissolution sulfurique par l'hydrogène sulfuré; mais il l'est aussitôt par l'addition d'acétate de potasse, ce qui peut être utile dans un grand nombre de circonstances.

La substitution d'une base alcaline à une autre se fait comme pour les acides, et l'on opérerait de même la séparation de deux oxides, pourvu que l'un de ces oxides ne fût pas soluble dans la base substituée.

Pour expliquer la séparation de deux composés solubles dans un acide minéral, et dont l'un ne le serait pas dans un acide végétal plus faible, nous avons admis comme un fait, dans le procédé que nous avons indiqué, que l'acide minéral se saturait entièrement d'alcali, et qu'il laissait se précipiter le composé insoluble dans l'acide végétal. Mais, inversement, en admettant que la séparation des deux composés soit exacte, on peut

en conclure que deux acides en présence sont loin de se partager toujours également une base; car, si le partage avait lieu dans des rapports qui ne fussent pas très-différens, la séparation ne pourrait jamais être complète, et l'acide minéral en excès retiendrait toujours une certaine quantité du composé insoluble dans l'acide le plus faible.

On peut arriver à la même conclusion par des faits d'un autre ordre. Si, dans une dissolution de borax légèrement colorée par du tournesol, l'on verse peu à peu de l'acide sulfurique, sa couleur restera bleue tant que le borax ne sera pas entièrement à l'état de biborate. Dès l'instant qu'il aura dépassé ce terme, la couleur du tournesol tournera au vineux, comme par l'acide borique seul; elle persistera tant que la soude ne sera pas entièrement saturée d'acide sulfurique, et ne deviendra rouge d'ognon (couleur qui caractérise ce dernier acide) qu'au moment où il y aura un excès d'acide sulfurique dans la liqueur, lors même qu'on opérerait à chaud pour retenir tout l'acide borique en dissolution. Il ne serait pas exact de dire, d'après cela, que la soude s'est partagée entre les deux acides; ou bien, si le partage a eu réellement lieu, et c'est là notre opinion, les deux parts sont tellement inégales, que celle de l'acide sulfurique est incomparablement plus grande que celle de l'acide borique, et que par conséquent son affinité pour la soude l'emporte de beaucoup sur celle de ce dernier acide.

Le procédé de séparation de deux composés, que nous venons d'exposer, étant fondé sur l'insolubilité de l'un des composés dans l'acide substitué, tout moyen de la rendre plus complète ne devra pas être négligé. C'est ainsi que l'addition

de l'alcool pourra être utile dans beaucoup de circonstances. On pourra penser que le procédé revient à précipiter les corps en dissolution et à les traiter ensuite par un acide qui dissoudrait l'un des corps seulement; l'analogie, il est vrai, est des plus complètes; mais l'avantage du mode proposé n'en restera pas moins évident.

---

35. *Sur la précipitation* DES SILICATES *de leur dissolution dans l'acide hydrochlorique par le carbonnate de chaux*; par M. Kobell. (An. de Schweigger Seidel, t. 4.)

Lorsqu'on dissout dans un excès d'acide hydrochlorique du silicate de potasse, il n'est pas toujours très-facile de précipiter la silice par le carbonate de chaux : il faut pour cela que la liqueur ne soit pas trop étendue, et il est nécessaire de la chauffer. La silice précipitée ne se dissout pas dans les acides, mais elle reste sous forme gélatineuse. Mais si la dissolution contient outre la silice une base que le carbonate de chaux puisse aussi précipiter, il se dépose toujours un silicate de cette base, et ce composé se redissout alors complétement dans l'acide hydrochlorique, et donne naissance à un résidu gélatineux.

---

36. *Préparation du* CHLORATE DE POTASSE; par M. Ganassini. (Gazette de pharm. et de ch. de Vérone, oct. 1832.)

On prend une livre de chlorure d'oxide de calcium en solution concentrée, et l'on y fait dissoudre une once et demie d'hydrochlorate de potasse en cristaux. On laisse le tout réagir pendant

quelques jours. On fait ensuite évaporer et concentrer la liqueur, et par le refroidissement on obtient environ 10 gros de chlorate de potasse en cristaux.

---

37. *Sur la préparation du* CHLORATE DE POTASSE; par M. Liebig. (Mag. fur Pharm. 1831.)

On chauffe du chlorite de chaux à l'état sec ou en solution jusqu'à ce qu'il cesse de détruire les couleurs végétales. On sait qu'il se change alors en un mélange de chlorure de calcium et de chlorate de chaux. On le dissout dans de l'eau chaude, on rapproche la dissolution, puis on y ajoute du chlorure de potassium et on laisse refroidir. On obtient par le refroidissement quantité de cristaux de chlorate de potasse, que l'on fait cristalliser une seconde fois pour les avoir à un plus grand état de pureté. Ainsi préparé le chlorate de potasse reviendra à un prix bien moindre que par le procédé ordinaire, parce que toute la potasse sera utilisée.

La seule difficulté est que le chlorite de chaux ne se décompose pas par la chaleur aussi facilement qu'on le croit communément. On peut en tenir une dissolution en ébullition pendant une heure sans qu'elle perde sa propriété de décolorer; ce qu'il y a de mieux à faire est de former une bouillie avec le chlorite de chaux et de l'eau, puis d'évaporer à siccité.

Le chlorate de potasse qui se sépare de la liqueur par la cristallisation n'a pas la forme d'écailles qu'on lui connaît ordinairement, mais il se dépose en prismes oblongs et en aiguilles; par une nouvelle cristallisation on l'obtient sous la

forme ordinaire. Il s'en dépose des cristaux plusieurs jours encore après le refroidissement de la dissolution.

---

38. *Recherches sur la transformation des* IODURES DE SODIUM ET DE POTASSIUM *en oxi-sels par l'action de certains corps oxigénans et notamment du chlorate de potasse*; par M. Henry Fils. (J. de Pharm. t. 18, p. 345.)

On peut transformer immédiatement l'iodure de potassium en iodate de potasse par le moyen du chlorate de potasse : voici le mode d'opérer le plus convenable. On prend 1 p. d'iodure de potassium et 1 p. $\frac{1}{3}$ à 1 p. $\frac{2}{3}$ de chlorate de potasse. Après avoir fondu l'iodure dans un creuset de Hesse d'une assez grande capacité, on le retire du feu, et lorsque le sel est encore demi-liquide, on y projette par portions le chlorate réduit en poudre, puis on agite; le mélange paraît se liquéfier de suite, et se boursouffle avec une effervescence vive; mais au bout de plusieurs additions semblables, la masse s'épaissit, devient blanche, opaque et cellulaire : on laisse refroidir, on enlève le sel du creuset avec facilité et on le traite par l'eau, après l'avoir réduit en poudre. Si l'eau est froide il ne se dissout qu'en partie; si elle est très-chaude, il se dissout et se dépose en petits cristaux mamelonnés par refroidissement. L'alcool le précipite abondamment de la liqueur; en évaporant ensuite l'eau mère qui retient de l'iodure de potassium, on peut traiter de nouveau le résidu par le chlorate de potasse pour former une nouvelle dose d'iodate. L'iodure de sodium et le chlorate de potasse donnent aussi de l'iodate de

potasse, puisque l'iodate de soude et le chlorure de potassium se décomposent réciproquement.

Le nitre, le nitrate de baryte, et le deutoxide de baryum, chauffés avec l'iodure de potassium, en transforment une quantité notable en iodate.

On a de l'acide iodique parfaitement blanc en décomposant l'iodate de chaux, sel qui est grenu et cristallin, par de l'acide nitrique pur et en ajoutant ensuite une certaine quantité d'alcool.

---

39. *Mémoire sur la préparation du* CYANURE DE POTASSIUM *et sur les produits de sa décomposition par l'eau*; par M. Geiger. (An. de Geiger, 1832, p. 44.)

On peut obtenir le cyanure de potassium au moyen du cyanoferrure de potassium, en décomposant celui-ci par la chaleur d'un feu modéré. Dans des vases fermés on l'obtient en partie en beaux cristaux bien déterminés. On réussit aussi à séparer une partie du cyanure de potassium du carbure de fer qui s'est formé pendant la calcination, en jetant la matière encore en fusion sur un tamis de toile métallique. Les vases de fer fermés sont ce qu'il y a de meilleur pour cette opération; ceux en verre et en terre sont moins convenables. Une chaleur trop intense ou trop long-temps prolongée est cependant nuisible en ce qu'il se décompose du cyanure du potassium.

Pendant la calcination du cyanoferrure, il se dégage constamment de l'azote avec un peu d'ammoniaque et d'acide prussique. La matière calcinée est en masse boursoufflée, à demi fondue, de couleur noire, et parsemée de parties

blanches cristallines qui sont du cyanure de potassium. On doit considérer cette masse comme un mélange de cyanure de potassium, et d'une combinaison de potassium et de carbure de fer. Lorsqu'on la fait bouillir avec de l'eau il se dégage de l'hydrogène et il se régénère beaucoup de cyanoferrure; mais si l'on réduit la masse noire en poudre fine, et si on la traite par l'eau froide, en ayant soin de séparer la dissolution du résidu noir le plus promptement possible, on en extrait la plus grande partie de cyanure de potassium sans altération. L'évaporation de la dissolution se fait le mieux en la distillant en vases clos; dans ce cas il ne se dégage que de l'acide prussique et de l'ammoniaque; celui-ci prédomine vers la fin de la distillation. Outre le cyanure de potassium, le résidu de la distillation contient de la potasse caustique, du formiate de potasse, et une très-petite quantité de carbonate de potasse. En le traitant par l'alcool à 78°, le formiate se dissout, la potasse et le carbonate en absorbent l'eau, ils se liquéfient et le cyanure reste pur. La formation de l'acide formique, au moyen de matières tout-à-fait inorganiques est un fait nouveau et remarquable. En chauffant la dissolution au contact de l'air, il se dégage moins d'ammoniaque et plus d'acide prussique. Le résidu contient les mêmes produits, mais en même temps une plus ou moins grande quantité de carbonate de potasse. Par l'évaporation à la température ordinaire, il se dégage seulement de l'acide prussique, et le résidu ne contient que du carbonate de potasse et point de formiate.

Le cyanure de potassium pur préparé par la voie sèche cristallise en cubes : obtenu par la voie humide sa forme est octaédrique. Il est donc

isomorphe avec le chlorure et le bromure. Il est anhydre; il fond facilement à une faible chaleur rouge en un liquide transparent : il attire l'humidité de l'air et s'y dissout peu à peu en donnant lieu à un dégagement continuel d'acide prussique. Il est très-peu soluble dans l'alcool absolu : l'alcool faible le dissout facilement; la méthode proposée par Chevalier est donc tout-à-fait inexacte.

La méthode que Clark a donnée de préparer de l'acide prussique d'une force déterminée en décomposant le cyanure de potassium en dissolution par l'acide tartrique est excellente.

---

40. *Sur l'existence de la chaux dans le* CARBONATE DE SOUDE; par M. Bauer. (An. de Pog., t. 24, p. 367.)

Il est certain, comme on l'a déjà annoncé, que les cristaux de carbonate de soude contiennent souvent du carbonate de chaux. Ces deux sels peuvent même se trouver ensemble en dissolution; mais si l'on refroidit ces dissolutions à quelques degrés au-dessous de zéro, il s'en précipite un sel cristallin qui contient, comme la *gay-lussite*, 1 at. de carbonate de soude, 1 at. de carbonate de chaux, et 5 at. d'eau. Néanmoins la liqueur retient toujours une quantité notable de chaux.

---

41. *Préparation du* PEROXIDE DE BARYUM; par MM. Wohler et Liebig. (An. de Pog., t. 49, p. 257.)

On fait chauffer sur la lampe à alcool, dans un creuset de platine, de la baryte caustique, jusqu'à

ce qu'elle commence à peine à rougir, et l'on y projette par petites portions du chlorate de potasse : il y a incandescence, et le produit se change en peroxide de baryum. On lave la masse refroidie à l'eau froide pour séparer le chlorure de potassium ; le peroxide hydraté reste sous forme de poudre blanche que l'on sèche à l'air. Il paraît contenir 6 at. d'eau.

L'oxide jaune de plomb fondu avec le chlorate de potasse se change avec tout autant de facilité en oxide puce.

L'oxide vert de chrôme traité de la même manière donne du chromate neutre de potasse, en même temps qu'il se produit un vif dégagement de gaz chlore.

---

42. *Note sur la préparation de l'*IODURE DE BARYUM *et* DE STRONTIANE ; par M. Henry fils. (Journ. de Pharm., t. 18, p. 134.)

On prépare du sulfure de baryum en chauffant à la chaleur blanche un mélange de sulfate de baryte et de charbon ; on le dissout dans l'eau bouillante à l'abri du contact de l'air, et l'on verse dans la dissolution un soluté alcoolique d'iode très-chargé, tant qu'il se forme un dépôt de soufre ; on filtre la liqueur ; on la concentre dans une cornue pour ne pas perdre l'alcool, et on achève de l'évaporer jusqu'à siccité dans une fiole. L'iodure s'obtient en masse d'un blanc grisâtre formée d'aiguilles soyeuses. Il est très-déliquescent et très-soluble dans l'alcool. Chauffé à l'air libre, il laisse dégager de l'iode.

L'iodure de strontium peut être obtenu par un procédé analogue.

---

43. *Sur la* CRISTALLISATION *de quelques* OXIDES MÉTALLIQUES; par M. Becquerel. (An. de Ch., t. 51, p. 101.)

Si l'on met dans un creuset d'argent un demi-gramme de deutoxide de cuivre avec deux ou trois grammes de potasse à l'alcool, et que l'on porte la température pendant quelques minutes jusqu'au rouge naissant, le deutoxide se dissout complétement. La dissolution étant refroidie, si l'on traite la masse par l'eau, il y a dégagement d'oxigène, ce qui annonce qu'il s'est formé du peroxide de potassium; puis précipitation de flocons de deutoxide et de petits cristaux de même nature, dont plusieurs ont quelquefois jusqu'à 2 millimètr. de longueur. Ces cristaux sont des tétraèdres réguliers d'un vif éclat métallique; ils se forment à l'instant où commence le refroidissement; c'est le peroxide de potassium qui leur sert de dissolvant, car ils ne se produisent pas à l'abri du contact de l'air, par exemple, dans un tube de verre.

Si l'on maintient le mélange de deutoxide de cuivre et de potasse à la température rouge pendant quelque temps, on obtient des cristaux d'un rouge de brique extrêmement petits, qui sont du protoxide de cuivre.

Le peroxide de plomb substitué au deutoxide de cuivre donne des lames carrées et même de petits cubes de protoxide quand on laisse le creuset peu de temps exposé à l'action de la chaleur; mais, si cette action est continuée pendant quelque temps, le protoxide passe à l'état de peroxide qui cristallise en lames hexagonales.

L'oxide de cobalt a été obtenu par la même méthode en lames carrées. L'oxide de zinc se

présente sous la forme d'aiguilles d'une couleur jaune sale. L'oxide de nickel ne cristallise pas, non plus que le peroxide de fer; les oxides de manganèse, et tous ceux qui forment des sels avec la potasse, n'ont pas pu non plus être obtenus cristallisés par cette méthode.

---

44. *Nouveau procédé pour effectuer la purification complète de l'*OXIDE D'URANE; par M. Herschel. (An. de Ch., t. 49, p. 310.)

On fait une solution acide contenant l'urane, le fer, etc., et on la précipite par du ferrocyanate de potasse; on lave le précipité par décantation, et on le redissout par le carbonate de potasse: lorsqu'on opère à froid avec des solutions qui ne sont pas trop concentrées et qu'on n'a pas trop laissé aggréger le précipité, cette dissolution s'effectue rapidement. On filtre et on précipite l'urane de la dissolution par le moyen de la potasse caustique. Ce procédé a l'avantage de débarrasser de l'acide phosphorique qui accompagne souvent les minerais d'urane, et dont la présence est extrêmement embarrassante.

Le prussiate de titane est décomposé et non dissous par les carbonates alcalins; on peut donc séparer le titane de l'urane comme le fer.

---

45. *Mémoire sur l'acide* MANGANIQUE, *l'acide* HYPERMANGANIQUE, *l'acide* HYPERCHLORIQUE, *et les* SELS *formés par ces acides*; par M. E. Mitscherlich. (An. de Ch., t. 49, p. 113.)

Manganates. Si l'on chauffe au rouge parties égales de potasse et de peroxide de manganèse, et qu'on traite

la masse refroidie par l'eau, on obtient une dissolution verte qui contient du manganate, du carbonate de potasse et de la potasse caustique, et il reste un mélange d'hydrate de deutoxide et de peroxide. La combinaison verte peut se former dans le vide, mais au contact de l'air elle a lieu avec absorption d'oxigène. En évaporant la dissolution dans le vide, le manganate cristallise facilement, et l'on peut dessécher les cristaux sans les décomposer en les plaçant sur des briques poreuses. Les acides le décomposent avec dégagement d'oxigène et précipitation d'hydrate de peroxide de manganèse; en recueillant exactement ces deux produits et dosant en même temps la potasse, j'ai trouvé que le manganate contient:

Potasse.	0,4737
Acide manganèse.	0,5263

et que la potasse renferme le tiers de l'oxigène de l'acide; d'où il suit que celui-ci est composé de:

Manganèse.	0,5426 —	100 —	1 at
Oxigène.	0,4574 —	84,31 —	3

L'hydrate de peroxide qui se dépose est com posé de:

Peroxide.	0,8317 —	100 —	1 at.
Eau.	0,1683 —	20,3 —	1

Le manganate de potasse est isomorphe avec le sulfate, le séléniate et le chromate de potasse.

Le manganate de soude est trop soluble pour qu'on puisse le séparer du carbonate et de la soude.

Le nitrate de baryte fondu avec du peroxide de manganèse donne du manganate de baryte. Si

l'on ajoute une solution de baryte caustique à une solution d'hypermanganate de baryte, et qu'on laisse le liquide reposer pendant quelque temps dans un verre à moitié plein, il se forme à la surface des cristaux verts qui sont du manganate de baryte insoluble dans l'eau.

Hypermanganates.

L'eau n'altère pas le manganate de potasse qui contient un excès d'alcali, mais elle décompose le sel en cristaux; il se dissout de l'hypermanganate, et il reste une combinaison de peroxide de manganèse et de potasse, dont on peut enlever la totalité de l'alcali par le lavage. La solution d'hypermanganate est rouge : si on l'évapore à chaud jusqu'à formation de croûte saline, il se produit par le refroidissement des cristaux d'un rouge très-intense. Les dissolutions vertes de manganate sont changées en hypermanganates et deviennent rouges par l'absorption de l'acide carbonique de l'air; au contraire, les dissolutions d'hypermanganate étendues se changent peu à peu en manganate vert, lorsqu'on y ajoute de la potasse caustique. L'hypermanganate de potasse est composé de :

Acide hypermanganique. . .	1,7053
Potasse.	0,2947

La potasse renferme le septième de l'oxigène de l'acide; d'où il suit que cet acide contient :

Manganèse..	0,5084 —	100 —	2 at.
Oxigène.	0,4916 —	96,70 —	7

Il cède son oxigène à d'autres corps encore plus facilement que l'eau oxigénée, et il a une très-grande affinité pour la potasse.

L'hypermanganate de potasse exige 15 à 16 parties d'eau pour se dissoudre. Tous les autres hyper-

manganates sont beaucoup plus solubles, excepté celui d'argent, qui ne se dissout que dans 109 parties d'eau, et qui cristallise très-facilement. Il peut servir à préparer tous les autres hypermanganates en le décomposant par un chlorure.

Si l'on dissout dans l'eau de l'hypermanganate de baryte, et qu'on y ajoute de l'acide sulfurique jusqu'à précipitation complète de la baryte, on obtient une dissolution d'acide hypermanganique d'un très-beau rouge; mais cet acide se décompose spontanément avec lenteur à la température ordinaire, et rapidement à la chaleur de 30 à 40°, et il s'en précipite du peroxide hydraté.

L'hypermanganate d'ammoniaque ne se décompose pas par l'évaporation; mais si l'on y ajoute un excès d'ammoniaque, il se décompose sur-le-champ avec dégagement d'azote, et il se forme en même temps une combinaison d'azote et d'oxigène.

Les hypermanganates sont isomorphes avec les hyperchlorates. On se procure très-facilement l'hyperchlorate de potasse en projetant par petites portions du chlorate de potasse fondu et pulvérisé dans de l'acide sulfurique concentré, et faisant légèrement chauffer: il se forme du bi-sulfate et de l'hyperchlorate, que l'on sépare l'un de l'autre par cristallisation, le dernier sel étant beaucoup moins soluble que le premier; et il se dégage de l'acide chloreux. L'hyperchlorate peut être entièrement privé de son eau de cristallisation, parce qu'il ne commence à se décomposer qu'à la chaleur rouge, et il a exactement la composition que Stadion lui a trouvée. Hyperchlorates.

La forme primitive des cristaux d'hypermanganate et d'hyperchlorate de potasse et d'ammonia-

que est un prisme rhomboïdal droit; celle des cristaux de l'hypermanganate d'argent est un prisme rhomboïdal oblique; celle de l'hypermanganate de baryte est la même que celle du sulfate de soude et du sulfate d'argent anhydres.

L'analogie qui se fait remarquer dans la forme des cristaux des hypermanganates et des hyperchlorates de potasse et d'ammoniaque, et des sulfates de baryte, de strontiane et d'oxide de plomb, a également lieu entre l'hypermanganate de baryte et les sulfates de soude et d'oxide d'argent. Il semble que la loi qui régit ces phénomènes est très-cachée, et que sa découverte conduira à calculer les formes des cristaux des substances composées, de celles de leurs principes constituans. L'isomorphie des hypermanganates et des hyperchlorates est d'une grande importance pour le rapport entre la forme et la composition chimique, parce que la plus grande partie des métaux peuvent être comparés maintenant avec les corps gazeux. Le manganèse étant dans son plus bas degré d'oxidation isomorphe avec la chaux, l'oxide de cuivre, le protoxide de fer, etc., l'oxide de manganèse l'est avec l'oxide de fer, de chrôme et l'alumine; comme acide manganique, avec les acides chromique, sulfurique et sélénique; et, comme acide hypermanganique, avec l'acide hyperchlorique. On peut d'après cela comparer les métaux précités, le soufre et le sélénium, avec l'oxigène, le chlore, l'iode, etc.

---

46. *Sur la cristallisation du* FER; par M. Wohler. (Ann. de Ch., t. 51, p. 206.)

Des plaques de fer retirées du creuset d'un

haut-fourneau ont présenté une structure lamelleuse, rectangulaire, qui a permis d'en extraire des cubes d'un pouce de côté dont le clivage était aussi parfait que celui de la galène. J'ai observé la même cristallisation dans une barre de fer forgé qui avait servi de grille dans un four à réverbère.

Le fer nous présente encore une autre forme de cristallisation qu'on observe quelquefois dans le coulage des grandes pièces de fonte : je l'ai rencontré en segmens d'octaèdres, semblables à ceux que produisent souvent certains sels. Ces cristaux contenaient 0,025 de silicium, du graphite et des traces de soufre, de phosphore et de manganèse; mais si, comme il est à présumer, ces substances n'ont pas d'influence sur la cristallisation du fer pur, on pourra regarder le cube et l'octaèdre comme les formes propres à ce métal.

---

47. *Nouveau moyen de préserver le* FER *et l'*ACIER *de l'oxidation*; par M. Payen. (Ann. de Ch., t. 50, p. 305.)

Les substances alcalines ont la propriété de s'opposer à l'oxidation du fer et de l'acier par l'air et l'eau. On peut les préserver de la rouille en les tenant plongés dans une dissolution de potasse saturée à la température ordinaire, étendue de 1000 à 2000 parties d'eau, ou dans une solution saturée de carbonate de soude étendue de 49 à 54 fois son volume d'eau, ou enfin dans de l'eau de chaux, étendue de trois fois son volume d'eau. Le borate de soude a la même propriété conservatrice.

---

48. *Sur le* BLEU DE PRUSSE *et le* CYANOFERRURE DE PLOMB; par M. Berzélius. (An. de Pog., t. 25, p. 385.)

On sait que Proust a le premier remarqué que le bleu de Prusse renferme du cyanoferrure de potassium. On trouve l'explication de ce fait, qui a été observé depuis par plusieurs savans, entre autres par M. Gay-Lussac, dans la découverte de Mosander, qui nous a appris que plusieurs cyanures doubles de fer ont tendance à former entre eux des combinaisons chimiques dont plusieurs sont décomposées par l'eau employée en excès.

Il existe deux combinaisons de bleu de Prusse et de cyanoferrure de potassium, l'une soluble, l'autre insoluble. Si l'on emploie le cyanoferrure en excès, il se forme une combinaison soluble dans l'eau pure, mais qui se précipite, parce qu'elle n'est pas soluble dans l'eau chargée de sel. Si au contraire le sel de fer domine, il se précipite un mélange de bleu de Prusse avec une combinaison insoluble, laquelle varie beaucoup dans sa composition selon la quantité de sel de fer employée, le degré de concentration de la dissolution, et son contact plus ou moins prolongé avec le sel de fer en excès. En lavant ce précipité, c'est le sel de fer qui passe le premier, et dès lors l'eau commence à décomposer le bleu de Prusse, qui retient du cyanoferrure de potassium. Cette décomposition se fait de telle sorte que l'air de l'eau donne lieu à la formation d'oxide de fer et de la combinaison de cyanure de potassium et de cyanide de fer, qui se dissout dans l'eau de lavage qu'elle colore en jaune. L'oxide de fer reste combiné au bleu de Prusse, avec lequel il forme un

sel basique. Le bleu de Prusse soluble est décomposé par l'air d'une manière semblable, mais il faut beaucoup de temps. Le cyanoferrure de plomb ne forme pas de combinaison double avec le cyanoferrure de potassium.

Nota. M. Gay-Lussac fait remarquer qu'il avait été induit en erreur, dans les expériences qu'il a faites, par l'eau qu'il a employée, et qui contenait une quantité notable de carbonate de chaux en dissolution, ce carbonate ayant, comme plusieurs autres carbonates, la propriété de décomposer très-rapidement le bleu de Prusse.

---

49. *Considérations sur l'emploi du sucre dans les* EMPOISONNEMENS PAR LES MATIÈRES CUIVREUSES; par M. Portal. (Journal de Pharm., t. 18, p. 570.)

M. Orfila a reconnu que le sucre décompose rapidement l'acétate de cuivre à la température de l'ébullition, et qu'il en précipite le cuivre à l'état de protoxide d'un jaune orangé; mais on croyait que le vert-de-gris n'était pas altéré par cette substance à la température ordinaire. Je me suis assuré que la décomposition de ce sel a lieu par le sucre, non-seulement à la température de l'ébullition, comme on l'a annoncé, mais encore à la température ordinaire, quoique la décomposition soit d'autant plus rapide que la chaleur est plus élevée.

D'après cela, le sucre doit être rangé parmi les antidotes du vert-de-gris, ou verdet, et de l'acétate. Et, effectivement, les expériences que j'ai faites sur des chiens m'ont prouvé que les animaux auxquels on l'administre résistent à l'ac-

tion morbifique des matières cuivreuses pendant un laps de temps beaucoup plus considérable que lorsqu'on les abandonne à eux-mêmes.

L'albumine produit à peu près le même effet.

---

50. *Sur la composition de l'émétique*; par MM. Brandes et Wardenburg. (Ann. de Pharm., 1832, p. 71.)

De l'émétique, composé en faisant digérer de l'oxide d'antimoine pur dans du tartrate acide de potasse préparé de toutes pièces, a été analysé en précipitant l'antimoine par l'hydrogène sulfuré, et dosant la potasse à l'état de sulfate. On y a trouvé :

Oxide d'antimoine.	8,431599	1,000000
Potasse.	0,136346	
Acide tartrique.	0,377643	
Eau.	0,054412	

Ces nombres correspondent presque exactement à la formule $\dot{K}.T+\ddot{S}b\bar{T}+2\dot{H}$, et se rapprochent beaucoup de ceux qu'ont obtenus MM. Wallquist, Philips et Dulk. L'eau a été dosée par différence.

---

51. *De l'action de l'*HYDROCHLORATE DE PROTOXIDE D'ÉTAIN *sur quelques combinaisons métalliques*; par M. Vogel, de Munich. (Journ. de pharm., t. 18, p. 295.)

Le sel d'étain réduit complétement le calomel, même à froid. Employé en petite quantité, il change le sublimé corrosif en calomel; mais, employé en excès, il le réduit complétement. Il réduit aussi l'oxide rouge de mercure avec forma-

tion de sous-hydrochlorate insoluble : la réaction a lieu avec production de chaleur. Mêlé avec l'hydrocyanate de mercure, il en opère la décomposition avec dégagement d'acide hydrocyanique et formation d'un dépôt noir composé d'un mélange de mercure métallique et de deutoxide d'étain.

Si l'on fait bouillir une dissolution de sel d'étain avec du cinabre, il se dégage de l'acide hydrochlorique et de l'hydrogène sulfuré, et il reste un dépôt brun qui se compose d'un mélange de cinabre, de mercure métallique et de protosulfure d'étain. En chauffant dans une cornue un mélange sec de sel d'étain et de cinabre, il se dégage de l'acide hydrochlorique mêlé d'une petite quantité d'acide sulfureux ; il se sublime très-peu de cinabre ainsi que de sel d'étain, et le résidu est de l'or massif mêlé de proto-sulfure d'étain.

Le minium et l'oxide puce de plomb sont convertis en chlorure de plomb par une dissolution bouillante de sel d'étain, et il se sépare du deutoxide d'étain.

Les peroxides de manganèse, de fer et de zinc, ne font éprouver presqu'aucune altération au sel d'étain en dissolution.

Le deutoxide de cuivre et tous ses sels donnent, avec le sel d'étain, une dissolution d'hydrochlorate de protoxide de cuivre, et il se dépose du deutoxide d'étain.

Le magister de bismuth se change, par le contact d'une dissolution de sel d'étain, en une poudre noire, combustible, soluble à chaud dans l'acide hydrochlorique, et qui paraît être un sous-oxide.

52. *Sur le* PEROXIDE DE BISMUTH; par M. Stromeyer. (An. de Ch., t. 51, p. 267.)

Le peroxide de bismuth a déjà été signalé par Bucholz et Brandes. Ces savans ont vu qu'il se forme lorsque l'on chauffe du protoxide avec de la potasse; mais on l'obtient pur et beaucoup plus facilement en faisant bouillir de l'oxide préparé, en calcinant le nitrate, avec une dissolution de chlorure de potasse ou de soude. L'action n'a pas lieu à froid. L'hydrate se peroxide moins facilement que l'oxide; avec le sous-nitrate, même mêlé de potasse, on ne peut pas éviter la production d'un sous-chlorure.

Le peroxide de bismuth a le même aspect que le peroxide de plomb, et il jouit des propriétés analogues. Il se transforme en oxide jaune à une température voisine de l'ébullition du mercure. Il est réduit sans détonation par le charbon et par le soufre. L'acide hydrochlorique le transforme en sous-chlorure. Les acides sulfurique, phosphorique et nitrique le dissolvent plus ou moins facilement en en dégageant de l'oxigène; l'acide sulfureux-gazeux ne l'attaque pas, mais en dissolution dans l'eau il le change en sous-sulfate. Les acides acétique, oxalique, tartrique et citrique ne l'attaquent pas même à chaud. Les alcalis fixes et l'ammoniaque n'ont aucune action sur lui.

Il est composé de :

Bismuth.	0,85534	— 2 at.
Oxigène.	0,14457	— 3

Lorsqu'on sépare le plomb du bismuth par le moyen de l'acide sulfurique, il est nécessaire d'opérer le plus rapidement possible, sans quoi il

se dépose du sulfate de bismuth en cristaux, même d'une dissolution étendue.

Mais on sépare ces deux métaux l'un de l'autre beaucoup plus exactement et beaucoup plus facilement en les dissolvant dans l'acide nitrique, et précipitant la dissolution par de la potasse ou de la soude caustique en excès : à l'aide d'une légère ébullition tout l'oxide de plomb se redissout, et l'oxide de bismuth, amené à l'état anhydre par la chaleur, reste pur. En suivant ce procédé il faut avoir la précaution d'éviter la présence de l'acide hydrochlorique, sans quoi il se formerait un sous-chlorure que les alcalis ne peuvent pas décomposer.

---

53. *Mémoire sur la force élastique de la* VAPEUR DE MERCURE *à différentes températures*; par M. Avogrado. (An. de Ch., t. 49, p. 369.)

La table suivante a été calculée d'après la formule empyrique

$$Log.\, e = 0{,}0064637\, t + 0{,}0000075956\, t^2 - 0{,}0000018452\, t^3,$$

Déduite d'un grand nombre d'expériences, et dans laquelle e désigne la force élastique exprimée en atmosphères de $0^m,76$, et t la température marquée par le thermomètre centigrade, et comptée positivement en descendant, en partant de 360°, point d'ébullition du mercure.

Températures.	Tension de la vapeur du mercure.		Températures.	Tension de la vapeur du mercure.	
	en atmosphères de 0 m. 76.	en millimètres de mercure.		en atmosphères de 0 m. 76.	en millimètres de mercure.
100	0,00004	0,03	240	0,10349	78,65
110	0,00009	0,07	250	0,13655	103,78
120	0,00022	0,16	260	0,17582	133,62
130	0,00047	0,35	270	0,22145	168,30
140	0,00096	0,73	280	0,27355	207,90
150	0,00188	1,43	290	0,33225	252,51
160	0,00343	2,61	300	0,39780	302,33
170	0,00603	4,58	310	0,47073	357,75
180	0,01015	7,71	320	0.55181	419,38
190	0,01638	12,45	330	0,64261	488,38
200	0,02539	19,30	340	0,74523	566,37
210	0,03790	28,80	350	0,86286	655,77
220	0,05466	41,54	360	1,00000	760,00
230	0,07633	58,01			

On voit par cette table que les tensions de la vapeur du mercure ne s'accordent nullement avec le principe que Dalton avait autrefois avancé, savoir que la tension au *maximum* des vapeurs des différens liquides est la même à des températures également distantes de leur température respective d'ébullition sous la pression atmosphérique; car, en comparant la marche des tensions de la vapeur du mercure avec celle de la vapeur d'eau, la tension de la vapeur du mercure, d'après cette loi, ne devrait être, par exemple, que de 3 à 4 millimètres à la température 260° c. ou à 100° au-dessous de la température de l'ébullition du mercure, au lieu qu'à cette température la tension de la vapeur du mercure est selon les expériences, d'environ 130 millimètres. Au reste, l'inexactitude de ce principe de Dalton avait déjà été remarquée même dans d'autres liquides plus

volatils que l'eau, et Dalton paraît y avoir renoncé.

---

54. *Recherches sur la composition du* MINIUM; par M. Dumas. (An. de Ch., t. 49, p. 398.)

Pour analyser les miniums que j'ai voulu examiner, je les ai ramenés à l'état de protoxide en les chauffant dans des tubes de verre bouchés à l'une de leurs extrémités, et j'ai recueilli l'oxigène qui s'est dégagé dans l'appareil décrit par MM. Gay-Lussac et Liébig dans leur Mémoire sur le fulminate d'argent.

Le massicot se suroxide beaucoup plus difficilement que la céruse; après 8 feux du four à réverbère, il ne perd par calcination que 0,0175 d'oxigène, tandis que seulement après trois feux la céruse perd 0,0223. Lorsqu'on chauffe la céruse dans un tube traversé par un courant d'oxigène, ou dans un ballon rempli de ce gaz, il se produit un minium qui perd 0,0240 d'oxigène par calcination, et l'absorption s'arrête à ce point. D'après cela il m'a paru probable que ce produit était réellement un composé bien défini. J'ai pensé qu'il serait intéressant de le comparer à du minium pur obtenu par d'autres procédés.

Pour cela j'ai mis digérer de la mine orange du commerce dans un bain d'acétate neutre de plomb afin d'en séparer le protoxide mélangé, et j'ai examiné le résidu : il a perdu 0,0231 d'oxigène par la calcination.

Une nouvelle quantité de mine orange fut ensuite mise en digestion avec une dissolution concentrée de potasse caustique, qui possède, comme

on le sait, la propriété de dissoudre le protoxide de plomb. Le minium restant n'a perdu comme les autres que 0,0231 par calcination.

Il me paraît évident, d'après ces expériences, que le minium ordinaire est un composé défini formé de l'union de 3 at. de plomb et 4 at. d'oxigène, ou de 2 at. de protoxide et 1 at. d'oxide puce; car un pareil composé contiendrait 0,0934 d'oxigène, et il en perdrait 0,0234 en se transformant en protoxide.

En admettant que les cristaux trouvés par M. Houtton-Labillardière soient un composé homogène, et en admettant les résultats de l'analyse d'un minium publiés par M. Berzélius, il y aurait donc trois oxides salins formés par le protoxide et le peroxide de plomb, savoir: $3\,\dot{P} + \ddot{P}$, $2\,P + \ddot{P}$, $\dot{P} + \ddot{P}$. Mais il se pourrait que le minium de M. Berzélius contînt de l'oxide puce en mélange. En effet, le seul moyen que je connaisse pour obtenir du minium plus riche en oxigène consiste à traiter le minium ordinaire par l'acide acétique affaibli; or, quelque faible que soit cet acide, j'ai remarqué qu'il se forme toujours une quantité plus ou moins grande d'oxide puce.

Le minium du commerce le plus pauvre en oxigène contient 0,174 d'oxide puce, et le minium pur en renferme 0,349.

---

55. *Note sur les* IODURES DE PLOMB; par M. W. Grégory, d'Edimbourg. (Journ. de Pharm., t. 18, p. 24.)

En mêlant deux dissolutions étendues et bouillantes d'acétate de plomb et d'iodure de potas-

sium, il s'est formé, par le refroidissement, une quantité assez considérable de petits cristaux aciculaires d'un jaune sale et verdâtre, mêlés à des cristaux microscopiques d'un jaune orangé. Les derniers, qui étaient probablement de l'iodure de plomb ordinaire, se sont dissous dans l'eau bouillante. Les cristaux verdâtres, analysés par l'acide sulfurique, se sont trouvés composés de :

Plomb.	0,621	— 2 at.
Iode.	0,379	— 1

Ils constituent donc un sous-iodure qui contient 2 at. de plomb pour 1 at. d'iode.

---

55. *Sur le* POURPRE DE CASSIUS; par M. Gay-Lussac. (Ann. de Ch., t. 49, p. 396.)

Ayant allié sous le borax 1500 milligrammes d'argent, 200 d'or et 350,5 d'étain, et ayant traité le culot par l'acide nitrique, il est resté une poudre d'une belle couleur pourpre foncé, dont le poids, après dessiccation à 100°, a été de 701 milligrammes, et, après calcination, de 648. En admettant que l'étain s'y trouve à l'état de peroxide, et l'or à l'état métallique, et que le précipité desséché à 100° contînt une quantité d'eau dont l'oxigène serait égal à la moitié de celui de l'étain, on aurait 699,4 pour le poids du pourpre hydraté, et 645,8 pour celui du pourpre anhydre. Or, ces nombres étant peu différens de ceux fournis par l'expérience, la composition présumée du pourpre doit être adoptée. M. Mercadieu a fait autrefois une expérience analogue dont le résultat était inexact.

Il ne répugne pas d'admettre que les pourpres sont de véritables combinaisons, ou qu'au moins il y a *adhérence intime*, *sans diffusion* entre l'or et le deutoxide d'étain, comme dans beaucoup d'autres précipités.

---

57. *Mémoires sur les* IODURES DE PLATINE *et les composés doubles qu'ils peuvent former avec les iodures basiques, l'acide hydriodique et l'hydriodate d'ammoniaque*; par M. Lassaigne. (Ann. de Ch., t. 51, p. 113.)

Il y a deux *iodures de platine* que l'on peut préparer en faisant digérer les chlorures avec de l'iodure de potassium.

Le *proto-iodure* est pulvérulent et noir comme du charbon; il n'a ni odeur ni saveur; il est insoluble dans l'eau; il se décompose à la température de 250° c.; les acides sont sans action sur lui; la potasse et la soude le changent en protoxide; l'ammoniaque le convertit en une matière jaunâtre, qui est un bi-iodure ammoniacal; il se dissout en petite quantité dans l'iodure de potassium, avec lequel il forme un composé d'un jaune orangé ou citron susceptible de cristalliser; l'acide hydriodique le convertit en bi-iodure, qui se dissout et colore la liqueur en rouge, en même temps qu'il se sépare du platine métallique. Le proto-iodure est composé de :

Platine.	0,444	— 1 at.
Iode.	0,556	— 2

Le *bi-iodure* ressemble tantôt à du charbon, tantôt à du peroxide de manganèse cristallisé. Il

n'a point de saveur et il est insoluble dans l'eau ; mais il se dissout dans l'alcool, même à froid, et il le colore en vert jaunâtre. Il se décompose à la température de 151° c. Le chlore en sépare l'iode. Il est composé de :

Platine.	0,2824	— 1 at.
Iode.	0,7176	— 4

Le bi-iodure de platine forme avec les autres iodures des composés qui sont en général très-solubles. L'*iodure double à base de potassium* cristallise en parallélipipèdes rectangulaires d'un noir foncé métallique. Il est très-soluble dans l'eau, qu'il colore en rouge de vin, et insoluble dans l'alcool à 38°. Il est composé de :

Iodure de potassium. .	0,3199	— 1 at.
Bi-iodure de platine . .	0,6801	— 1

Le *bi-iodure à base de sodium* cristallise en aiguilles déliées prismatiques et striées. Il est déliquescent et soluble dans l'alcool.

Le *bi-iodure de platine* forme avec l'*hydriodate d'ammoniaque* une combinaison qui cristallise en petites lames carrées noirâtres avec éclat métallique, inaltérables à l'air. Elle est un peu soluble dans l'eau, mais insoluble dans l'alcool. Elle laisse par calcination 0,23 de platine. Elle ne contient pas d'eau, et elle est composée de :

Hydrodate d'ammoniaque.	0,1701	— 1 at.
Bi-iodure de potassium. .	0,8299	— 1

Le bi-iodure de platine mis en digestion dans de l'acide hydriodique étendu se dissout peu à peu en évaporant la liqueur, qui est d'un beau rouge, au contact de la chaleur ; il s'en sépare des cristaux aciculaires noirâtres d'*hydriodate d'io-*

dure. Ce sel a une saveur acerbe et un peu styptique. Il est très-soluble dans l'eau, et même un peu déliquescent. Il est composé de :

Bi-iodure de potassium. .	0,734 —	1 at.
Acide hydriodique. . . .	0,266 —	1

DÉTAILS DE SONDAGE.

Par M. FANTET, ancien élève externe de l'école des Mines.

SECONDE PARTIE (1).

DES INSTRUMENS SONDEURS.

Les instrumens proprement dits *sondeurs* sont ceux qui sont immédiatement en contact avec le terrain à traverser. Ils présentent dans leur construction autant de variations qu'il en existe dans la dureté, la résistance et les autres propriétés des roches à traverser.

Sans doute, dans un équipage complet de sondage, toutes ces pièces peuvent être utiles; mais dans la pratique et quand on a plusieurs trous de sonde à percer, on ne doit adopter que celles qui sont d'une indispensable nécessité. Plusieurs instrumens se confondent par rapport à leur usage et à leur effet dans les roches; et souvent l'on peut, sans une perte de temps notable, opérer avec une de ces pièces le travail qui appartiendrait proprement à un autre. C'est ainsi que la pratique a déterminé toutes les personnes qui se sont occupées de sondages un peu suivis, à adopter une forme unique pour tous les cas qui pourraient se présenter.

Toutefois, comme il existe un grand nombre

(1) La première partie de cet article est insérée dans ce même volume, page 179, avec la planche III.

d'outils auxquels on n'a pas renoncé dans diverses localités, et auxquels il peut être bon de recourir par cas fortuit, je ferai connaître les propriétés de tous ceux que j'ai employés en commençant mes opérations dans la vallée de la Seine, en insistant davantage sur ceux qui sont indispensables.

Les outils de sondages peuvent se partager en trois classes, savoir :

1°. Les outils destinés à percer ou broyer par le choc, comme ciseaux, casse-pierres, etc.

2°. Les outils destinés à ramener les débris au jour, comme tarières, cylindres à soupapes.

3°. Les outils accessoires servant à la manœuvre, comme accrocheurs divers, leviers, clefs.

Outils de la première classe : — *ciseaux ou trépans, casse-pierres, etc.*

Ciseaux ou trépans. On donne en général ce nom à tous les instrumens tranchans destinés à traverser un terrain par le choc. Ils agissent ordinairement par un couteau droit, convexe ou concave, *Pl.* VII *fig.* 1, 2, 3,; ou bien encore par une pointe et deux biseaux, *fig.* 4 et 5.

La meilleure forme de toutes est celle représentée *fig.* 5; quand cet instrument tombe, la pointe forme d'abord son trou, et, à mesure que l'on bat, les deux tranchans inclinés l'agrandissent.

La longueur de cet instrument est indéterminée; cependant, pour des trous de sonde de 3, 4 et 5 pouces, on lui donne $0^m,28$ à $0^m,35$. Son épaisseur au centre varie de $0^m,015$ à $0^m,025$; celle

sur les bords n'est plus que 0,01, et vers la pointe $0^m,007$ à $0^m,008$.

Les deux longs côtés ne sont pas parallèles, et le diamètre suivant la ligne *ab* dépasse toujours de deux lignes celui des tarières, afin de donner plus de jeu à celles-ci.

Les trépans doivent être fortement aciérés sur la moitié de leur longueur, et trempés au rouge naissant. Leur construction ainsi que leur raccommodage est fort simple. Ils peuvent remplacer tous les autres ciseaux et casse-pierres; aussi sont-ils indispensables à un atelier de sondage. Ordinairement on en a plusieurs de rechange, que l'on passe à la forge aussitôt qu'ils ne sont plus de calibre avec le trou.

A Paris le prix d'un trépan pesant 12 à 13 kilog. est de 22 à 25 fr., ce qui est beaucoup trop cher; il est préférable de faire forger ces pièces soi-même.

Langue de carpe, *fig*. 6. Les deux longs côtés de cet instrument sont amincis sur les bords et taillés en ailerons, afin de pouvoir tourner. Les deux pointes extrêmes sont creusées un peu en forme d'écuelle, et contournées de manière à pouvoir suivre le mouvement de la sonde.

La trempe de cet instrument doit être un peu moins forte que celle du ciseau.

Son effet est très-bon dans les roches de dureté moyenne, comme la craie, le calcaire tendre, les marnes, etc. Mais il faut éviter de l'employer dans les roches trop dures, à cause de ses pointes, de même que dans les terrains trop tendres, comme les argiles compactes, parce qu'il s'engage trop facilement.

Le prix de cet instrument, à Paris, est de 25 fr. environ pour des outils de 3 pouces; il est difficile à réparer.

Serpiat, *fig*. 7. C'est un instrument fort usité dans la Flandre. Il est terminé par deux pointes aciérées. Son effet est le même que celui de la langue de carpe, et il faut employer les mêmes précautions pour éviter d'en casser les pointes.

Trépan rubanné, *fig*. 8. Cet instrument agit seulement par un mouvement de rotation lent et progressif.

Il est très-précieux pour désaggréger les sables fins agglutinés, et même les petits graviers qui ne sont pas cimentés.

Je m'en suis servi avec succès, dans la vallée de la Seine, pour traverser des bancs de sables dont l'épaisseur variait de 5 à 9 mètres, dans plus de soixante localités différentes.

Sa longueur totale est de $0^{m},50$ environ, et l'intervalle qui existe entre chaque spire est de $0^{m},10$. Il se termine comme la *langue de carpe* par deux languettes.

La lame de fer destinée à faire cet outil doit avoir environ $0^{m},02$ d'épaisseur au milieu de sa largeur, pour lui donner plus de corps; les bords sont tranchans et aciérés, ainsi que la pointe. Sa trempe doit être douce comme celle des tarières; on lui donne un recuit *gorge de pigeon*.

Lorsqu'on le tourne en spirale, on doit faire attention que toutes les spires soient dans un même plan tangent.

Le prix de cet instrument, à Paris, varie de 40 à 45 fr.

Trépan cannelé ou égalisoir, *fig*. 9. On se sert de cet instrument seulement pour agrandir le trou de sonde toutes les fois qu'un obstacle gêne la remonte ou la descente des tiges. Il doit être fortement aciéré sur toutes ses arêtes. Son prix à Paris, chez *Billiard*, est de 50 à 55 fr. Cet instrument est très-difficile à réparer, et il peut être remplacé avantageusement par tout autre outil de forme carrée ou triangulaire.

Pointe obtuse ou bonnet carré, *fig*. 10. C'est un prisme quadrangulaire terminé par une pyramide quadrangulaire. Sa diagonale est égale à celle du trou; mais, pour éviter tout frottement, il vaut mieux qu'il ait un peu de jeu (c'est-à-dire 2 lignes de moins que les ciseaux). L'effet utile de cet instrument est peu considérable; sa pointe en tombant ne fait qu'amorcer le trou, et on est toujours obligé de faire intervenir le trépan pour tailler le reste.

Cet instrument doit être fortement trempé, parce que on ne l'emploie en général que dans les roches quartzeuses.

Son prix, à Paris, est de 36 fr., lorsqu'il porte 3 pouces de diamètre.

Mille-pointes, *fig*. 11. Il ne diffère du précédent que par la forme de sa tête qui, au lieu d'une pointe en présente neuf.

Son effet utile est moins grand que celui du précédent; car, aussitôt qu'il s'est enfoncé de la profondeur de ses pointes, la roche, réduite en poudre, se trouve comprimée par la masse quadrangulaire, qui ne fait plus alors que fonction de pilon : aussi, faut-il nettoyer souvent le trou.

Tous les casse-pierres ont en général l'inconvénient de faire trop masse dans le trou; et, comme d'ailleurs il faut toujours faire intervenir le trépan, il est plus naturel de n'employer que celui-ci, qui peut travailler constamment, jusqu'à ce qu'il y ait assez de poudre pour remplir la tarière.

Le prix d'un mille-pointes, à Paris, est de 40 fr. pour des outils de 3 pouces.

Casse-pierres en croix, *fig.* 12. C'est un système de deux trépans qui se pénètrent mutuellement à angle droit. Il produit un assez bon effet dans les roches dures; mais les ailerons qu'il présente s'empâtent facilement, de sorte qu'il est plus avantageux de se servir du ciseau simple.

Casse-pierres à pointes, *fig.* 13. Il porte une tête de 3 pouces environ de longueur. Cette tête présente cinq pointes, quatre aux angles et une au milieu. Celle-ci, plus longue, se joint aux autres par des surfaces concaves et régulières; ce sont les arêtes de ces quatre surfaces qui, en se réunissant, forment cette cinquième pointe. (Selbmann.)

Casse-pierres à couronne, *fig.* 14. Il a une grande analogie avec le précédent, si ce n'est qu'il lui manque la pointe du milieu. Les quatre pointes sont aux angles formant les saillies des sections de quatre surfaces concaves qui se croisent dans le milieu, qui est le maximum de concavité. La tête de ces deux instrumens doit être bien acérée et les pointes bien effilées.

Le plus grand diamètre de la tête est à son ex-

trémité; il doit être égal à celui du trou : quant à sa longueur, on peut lui donner 4 à 5 pouces.

Ces deux instrumens sont faits pour travailler dans les roches dures (Selbmann). On ne les employait autrefois que lorsque les ciseaux ne produisaient rien.

L'effet du premier est de creuser davantage dans le milieu que sur les bords; l'effet du second est tout-à-fait contraire, et, dans les deux cas, on a toujours recours au ciseau simple pour enlever la partie saillante. Ce changement d'outils est toujours un inconvénient par la perte de temps qu'il occasione.

Lorsque les angles de ces instrumens sont émoussées, ils sont fort difficiles à raccommoder. Leur forme compliquée, mais qui doit être bien régulière, exige de la part de l'ouvrier beaucoup de soins. Il n'y a donc aucun avantage à s'en servir.

Résumé. Tous les outils de la première classe, dont je viens de signaler les avantages et les inconvéniens, peuvent se réduire, comme l'on voit, à une forme unique, qui est celle du ciseau, à l'exception du trépan rubanné, qui n'a d'application que dans les sables.

Le ciseau ne peut être mieux comparé qu'au fleuret du mineur; comme lui, il agit par le choc sur les roches à traverser, et, comme lui aussi, il doit subir toutes les variations dans la forme de son biseau.

Généralement, les mineurs augmentent l'angle du biseau de leur fleuret à mesure que le terrain durcit, et le diminuent, dans le cas contraire. Le tranchant, ou *couteau* du fleuret, est

toujours convexe; mais cette forme n'est pas indispensable pour les outils de sondage. On ne l'adopte que dans les terrains très-durs, lorsqu'on craint de casser la pointe du ciseau.

OUTILS DE LA DEUXIÈME CLASSE. — *Tarières.*

On distingue plusieurs espèces de tarières. Les tarières ouvertes, *fig.* 15 et 16; les tarières à glaise, *fig.* 17; les tarières deux tiers fermées, *fig.* 18 et 19; celles terminées par un trépan rubanné, *fig.* 20; enfin, les tarières ou cuillères entièrement fermées, *fig.* 21.

La tarière *fig.* 15 est un des instrumens indispensables à un atelier de sondage; elle sert dans tous les terrains, et peut remplacer au besoin toutes les autres.

On distingue dans cet instrument trois parties : 1°. son corps *b c*, *fig.* 15; 2°. la mèche *a*, qui est en contact immédiat avec le terrain; 3°. le mentonnet *b*, qui sert à soutenir la *carotte* ou les débris, dans le vide intérieur.

Pour que la mèche pique bien, il faut qu'elle ait au moins une saillie de 0^{m},02 à 0^{m},03 au-dessous du mentonnet; c'est, comme l'on voit, un petit plan incliné qui force les matières à venir se loger dans l'intérieur de l'instrument. On augmente cette saillie à volonté, suivant la nature des terrains à traverser et le diamètre des outils que l'on emploie; dans les tarières de 3 pouces de diamètre, l'écartement dans le haut est de 0^{m},04, et, dans le bas vers la mèche, de 0^{m},06.

Dans les tarières de 2 pouces $\frac{1}{2}$, l'écartement,

dans le haut est de $0^{m},03$, et, dans le bas, de $0^{m},05$.

La longueur d'une tarière varie de $0^{m},50$ à 1^{m} et au delà; mais généralement toutes celles que j'ai fait faire avaient $0^{m},50$ à $0^{m},60$ de long sur 3 pouces de diamètre.

Il y a de l'avantage à faire les tarières les plus longues possibles toutes les fois que l'on traverse des terrains dont la poussière forme une pâte assez compacte avec l'eau; comme, par exemple, la craie et les différens calcaires, les marnes argileuses, etc.; mais dans les roches quartzeuses, comme les grès, les poudingues, dont les débris se délitent facilement, les tarières ne ramènent presque rien au jour, parce que les *carottes* sont entièrement lavées pendant leur trajet. On fait alors usage du cylindre à soupape dont je parlerai plus loin.

Pour faire une pareille tarière de $0^{m},60$ et de 3 pouces de diamètre, il faut un morceau de fer plat de 6 pouces de large sur 6 lignes ½ d'épaisseur. On soude à une des extrémités un ringard A, *fig.* 22; on fend, à l'aide de la tranche, les deux bords *a a*, *b b*; le premier sur toute la longueur, le second sur la moitié seulement, et même on peut s'en dispenser, parce que ce côté n'agit pas. Cette fente peut avoir 9 lignes à 1 pouce; on y introduit un morceau d'acier taillé d'avance en onglet; on fend de même l'extrémité *a b* sur 4 ou 5 pouces, et, après y avoir introduit l'acier nécessaire, on soude bien les bords et on corroie le tout. On amincit ensuite ces mêmes bords; puis on coupe l'extrémité, qui doit former la mèche de la façon indiquée dans la *fig.* 15.

Cette feuille ainsi préparée, il ne reste plus

qu'à la cintrer. A cet effet, on a dans les ateliers des *tas* de fonte pour cintrer les pièces que l'on désire sur tel ou tel diamètre. On a soin de toujours chauffer son fer au rouge pour éviter les fentes et les crevasses.

La mèche et le mentonnet se courbent aisément, seulement il faut faire attention de les placer de manière que l'instrument morde dans le sens du mouvement de rotation.

Le tranchant *a a* doit toujours être en saillie au-dessus de l'autre de 0^m,007 à 0^m,008, *fig.* 15. L'ouvrage de forge étant terminé, il ne reste plus qu'à buriner et limer les bords. La trempe se donne au rouge naissant; ensuite on recuit l'instrument sur le feu de forge, jusqu'à ce que l'acier ait une couleur *gorge-de-pigeon*, et on le frotte de suif pendant qu'il est encore chaud.

Une pareille tarière doit conserver encore d'épaisseur au dos, après avoir passé au moins vingt à vingt-cinq fois au feu, environ 0^m,01 à 0^m,012. Elle doit être bien cintrée avec la tige, et c'est pour cette raison qu'on lui donne une forme un peu bombée au dos.

Pour une tarière de 2 pouces et demi de diamètre, et toujours de la même longueur, on prend du fer plat de 5 pouces de large sur 6 lignes d'épaisseur. Eu égard à la longueur et au diamètre des instrumens, on prendra du fer d'une épaisseur suffisante, mais toujours en bonne qualité, non laminé.

Un bon forgeron et deux frappeurs peuvent faire par jour deux tarières; un ajusteur peut en deux journées les limer et les parer, de sorte que, en supposant les prix suivans :

		fr.
Forgeron 1 jour à 4 fr.		4,00
Frappeurs, 2 jours à 2 fr.		4,00
Ajusteur, 2 jours.		6,00
Fer employé. { fer plat 22,kil. 50 / fer quarré 8, 60 }	31,kil. 10 à 0fr. 70.	21,70
Acier, 2 kil. 50 à 2 fr. le kilog.		5,00
Charbon.		3,00
Limes et burins.		3,00
		46,70

Le prix d'une pareille tarière que l'on ferait forger soi-même est donc de 23 fr. 35 c.

A Paris elle coûterait 40 à 50 francs; mais il est vrai que la main d'œuvre y est fort chère.

J'ai fait forger sous mes yeux en 1826, par le forgeron de la compagnie du Canal, onze tarières de 2 pouces et ½ de diamètre, sur 0m, 50 de longueur, avec les dépenses suivantes :

	fr.
95 kil. de fer roche à 0 fr. 70.	66,50 c.
10 kil. 50 acier à 2 fr.	23,00
3 hectol. de charbon	12,00
4 journées de forgeron à 5 fr.	20,00
4 journées de deux frappeurs à 2 fr.	16,09
Ajustage.	18,00
	155,50

ou bien 14 fr. par tarière confectionnée, dont le poids était environ 9 kil. 50. Les petites tarières de 2 pouces et ½ coûtent à Paris 35 à 40 fr. Elles n'ont guères que 0m. 45 de longueur.

La tarière, telle que je viens de la décrire, peut servir dans tous les terrains : dans la craie, le calcaire, le gypse, les argiles, les schistes, les marnes, la tourbe, etc., et en général dans toutes les roches dont les débris forment avec l'eau une pâte un peu consistante, et alors il y a de

l'avantage à les employer les plus longues possibles. Mais dans les terrains houillers, qui sont en général composés de grès plus ou moins durs alternant avec des couches de poudingues et autres roches quartzeuses, les tarières ne se remplissent jamais que sur une hauteur de 6 à 8 pouces au plus, et alors le modèle que j'ai indiqué est suffisant en l'employant conjointement avec le cylindre à soupape, ou mieux encore en réunissant les deux instrumens en un seul.

Tarière à glaise, *fig.* 17. Elle est faite en tôle forte de 1 ligne à 1 ligne et $\frac{1}{2}$; mais elle est très-exposée à se gauchir. On se dispense de lui faire une mèche, parce que la glaise y adhère assez fortement pour empêcher la carotte de glisser. La tarière ouverte la remplace fort bien.

Son prix à Paris est de 40 à 44 fr., ce qui est beaucoup trop cher.

Tarières deux tiers fermées, *fig.* 18 et 19. Je m'en suis servi dans les terrains des environs de Paris, et principalement dans les sables verts inférieurs au calcaire parisien et les sables mouvans; elles sont difficiles à nettoyer, en outre les débris montent avec plus de peine dans le vide intérieur que dans la tarière précédente.

Leur prix à Paris varie de 35 à 42 francs, suivant le diamètre.

Tarière à trépan rubanné, *fig.* 20. Cette tarière est la même que celle n° 15, si ce n'est qu'elle est terminée par une portion de trépan rubanné.

Cet instrument a été fait pour travailler dans

les sables. Dans le principe je me servais d'abord du trépan rubanné pour désaggréger la masse, puis je faisais passer la tarière pour ramener les débris. Plus tard, en réunissant les deux instrumens, j'ai obtenu le même effet sans être obligé de faire deux voyages.

Cette tarière peut servir aussi dans les sables gras et fins lorsqu'ils sont un peu serrés; mais lorsqu'ils sont mouvans on emploie la tarière simple.

La trempe de cet instrument est la même que celle des tarières. Son prix à Paris est de 55 fr.

Cylindre à soupape, *fig.* 21. Cet instrument est formé d'une feuille de tôle de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ ligne d'épaisseur brasée sur sa longueur. On l'assemble à la tige de sonde au moyen d'une fourche et de clous *rivets*.

L'extrémité inférieure est garnie intérieurement d'une soupape à contre-poids, qui se ferme lorsqu'on remonte les tiges. La longueur de l'instrument varie de $1^m,50$ à 2 mètres, et au delà. On le fait descendre, après s'être servi de la tarière pour ramasser les boues plus solides, en l'adaptant aux tiges (ou au moyen d'un grélin), et après l'avoir fait danser deux ou trois fois, on le retire plein de boue liquide.

Cet instrument est indispensable dans les terrains houillers où les tarières ne ramassent presque rien au jour. Il a été mis en usage à Ronchamps, et je m'en suis toujours servi avec succès; je ne saurais trop le recommander.

Il y a un avantage immense à enlever ainsi les boues et les schlamms qui encombrent toujours le

trou de sonde sur une hauteur de 3 à 4 mètres, parce qu'en se déposant elles amortissent singulièrement le coup du ciseau.

Entonnoir ou cône à tire-bouchon, fig. 23. Cet instrument n'est usité que dans les grands sondages, avec des outils de 10 à 15 pouces, et il sert à ramener les sables; son effet utile est peu considérable.

Cylindre à ressort. J'ai essayé cet instrument dans les sables, mais il n'est pas avantageux.

Le cylindre a $\frac{1}{2}$ ligne d'épaisseur; il est terminé par plusieurs dents, parce qu'on l'enfonce avec force en tournant un peu. L'intérieur, au-dessus des pointes, est garni de plusieurs lames de ressort, qui empêchent les graviers de glisser au remontage.

Cet instrument est mauvais : il avait coûté 50 fr. à Paris.

Tarière à soupape. Pour économiser le temps employé à la remonte et à la descente des tiges lorsqu'on change d'outils, je conseillerai de faire usage de cet instrument, qui offre la réunion de la tarière et de la soupape.

Sur une hauteur totale de 2 mètres environ, la tarière ne sera ouverte que sur 9 pouces, y compris la mèche, et le reste de l'instrument n'offrira plus qu'un cylindre, muni également d'une soupape. De cette manière on retirera en une seule fois les boues solides et les schlamms; ce qui est bien préférable. De même que dans l'exemple précédent, *fig.* 21, le tuyau sera formé d'une feuille de tôle de $\frac{1}{4}$ à $\frac{1}{2}$ ligne d'épaisseur, brasée sur toute sa longueur. Il sera maintenu

d'une part autour de la tarière par des clous rivets, et de l'autre à la partie supérieure par 4 fiches, qui embrasseront la tige de sonde.

Par cette disposition, le vide intérieur sera diminué par la place qu'occupe la tige, mais on pourra compenser la différence par une plus grande longueur de tuyau.

Cet instrument, fort simple, comme l'on voit, et peu dispendieux, est destiné à remplacer le cône à tire-bouchon, *fig.* 23, ainsi qu'une foule d'autres que l'on a imaginés pour traverser les sables. On peut l'employer sur tous les diamètres depuis 3 jusqu'à 20 pouces.

Résumé. Il existe encore beaucoup d'instrumens dans le genre tarière, casse-pierre et ciseau, mais ils n'offrent que de faibles modifications à tous ceux que j'ai décrits. Souvent on s'imagine avoir trouvé un instrument supérieur à tous les autres, et lorsqu'on vient à l'essayer, on trouve que ses propriétés se confondent avec une foule d'autres. Aussi je ne suis point partisan de cet échafaudage d'outils, la plupart très-coûteux et difficiles à raccommoder; je pense que, dans une recherche où l'on tâche d'arriver à son but par le moyen le plus économique, il faut autant que possible s'attacher à avoir des instrumens simples et d'une facile réparation. D'après cela, je conseillerai à toutes les personnes qui auront de pareilles recherches à exécuter, de borner le choix de leurs outils à ceux que j'ai indiqués, savoir, le ciseau, *fig.* 5; la tarière plus ou moins longue, *fig.* 15; et la soupape, *fig.* 21; ou bien encore la tarière à soupape, *fig.* 24.

Outils de la troisième classe : outils accessoires.

Lorsque dans le cours d'un sondage une tige s'est cassée, pour ramener la partie qui est restée au fond du trou on fait usage de divers accrocheurs.

Le premier, *fig.* 24, est connu en Flandre sous le nom de *caracolle*. C'est une barre de fer un peu aplatie et tournée en spirale. Plusieurs coups de burin pratiqués dans l'intérieur forment un grain d'orge qui empêche la barre, une fois saisie, de glisser au remontage. On fait descendre cet instrument à la profondeur voulue, jusqu'au-dessous de l'emboîtage de la tige, et quand on croit l'avoir saisie en tournant modérément, on retire les tiges avec force. La *fig.* 25 *bis* montre la manière dont la barre est saisie.

Cet instrument *ne peut pas servir* quand une tige se casse au milieu de sa longueur.

La cloche ou entonnoir à écrou, *fig.* 25. L'intérieur de cet instrument est un écrou conique dont les filets sont en acier trempé. Pour s'en servir, on a soin d'abord de l'enduire de graisse à l'intérieur, et lorsqu'il est arrivé sur la barre au fond du trou, on le fait tourner très-lentement, *comme si l'on taraudait un morceau de fer*. Il peut servir dans tous les cas, soit que la tige se casse à l'endroit de la vis, soit au milieu de sa longueur, ce qui est très-rare.

Avec les précautions déjà indiquées, il arrive presque toujours que cet instrument atteint son but; aussi je le recommanderai comme un des meilleurs accrocheurs.

Son prix à Paris est de 56 fr. pour des outils de 3 pouces, et de 50 fr. pour des outils de 2 pouces $\frac{1}{2}$.

Tire-bourre, *fig.* 26. Il ressemble au tire-bourre des fusils, et est composé comme lui de deux lames en hélices. L'intérieur de ces hélices est aciéré et tranchant, de sorte qu'il produit le même effet que le précédent.

Sur un plus grand diamètre, cet instrument a servi quelquefois pour ramener au jour des cailloux et de gros graviers qui encombraient le trou; on avait soin alors d'empâter l'intérieur des hélices avec de la glaise.

Résumé. Je bornerai à ces trois exemples la description des accrocheurs, mais je ferai remarquer que dans le cours d'un sondage il peut arriver une foule de cas où l'on soit obligé d'inventer des moyens pour ramener au jour des débris d'instrumens; c'est à l'intelligence de la personne chargée de la surveillance du travail qu'on laisse le soin de l'invention, lorsqu'elle peut se former une idée de la manière dont ces débris sont placés au fond du trou.

Je citerai pour exemple un sondage opéré au Plessis, département de la Manche : la soupape en tôle destinée à ramener les boues étant retombée au fond du trou par suite de la rupture d'un cable, je suis parvenu à la ramener au jour en plusieurs fragmens, en me servant d'un tire-bourre ou hélice à filets tranchans extérieurs qui faisait fonction de *taraud* dans l'intérieur du tuyau de tôle.

Une remarque générale à faire pour tous les

outils de sondage quelque soit leur diamètre, c'est d'éviter dans leur raccordement avec les tiges les formes anguleuses, parce que souvent, au remontage, ils pourraient provoquer des éboulemens et encombrer l'intérieur du trou; il vaut mieux, dans tous les cas que les surfaces de raccordement viennent aboutir à la tige en mourant.

NOTE

Sur le gisement et la composition de quelques silicates alumineux.

Par M. DUFRÉNOY, ingénieur des Mines.

Gisement des silicates.

Il existe dans beaucoup de localités des grès placés à la séparation des terrains anciens et des formations secondaires. Ces grès présentent des caractères particuliers qui ont été décrits avec beaucoup d'exactitude par M. de Bonnard. Une des circonstances les plus remarquables de ces roches arénacées, c'est de paraître dues en partie à une action chimique et de contenir des minéraux assez variés, dont les principaux sont la *baryte sulfatée*, la *chaux fluatée*, la *galène*, la *blende* et le *manganèse*. Associés à ces différens minéraux, on trouve ordinairement dans ce gisement une grande quantité de *silicates alumineux hydratés*, qui accompagnent les minerais métalliques, principalement l'oxide de manganèse, soit sous la forme de rognons, soit sous la forme de gangue. Souvent aussi les substances alumineuses sont disséminées dans la masse même du grès, et en constituent une partie intégrante: beaucoup d'arkoses et d'arènes du Périgord sont dans ce cas. C'est à la présence de ces hydrosilicates d'alumine qu'est due la propriété pouzzolanique dont ces grès jouissent à un assez haut degré; ils la partagent avec certaines argiles qui me paraissent également être le produit d'un dépôt chimique. Les propriétés pouzzolaniques de ces grès et des argiles ont été constatées et décrites par Mr. Girard de Caudenberg, dans un Mémoire publié dans les Annales des Mines. Ces argiles sont

homogènes; elles contiennent, comme les silicates, une forte proportion d'eau en combinaison (de 16 à 25 p. 0/0), ainsi que nous le dirons ci-après.

M. Berthier a déjà fait connaître plusieurs de ces silicates sous les noms de *nontronite* et d'*halloysite*. Le gisement des substances qu'il a décrites rentre dans les circonstances que nous venons d'indiquer succinctement. Celle trouvée aux environs de Nontron est disséminée dans le grès placé à la séparation des calcaires jurassiques et du granite. Ce grès contient de la galène, de la blende, de la chaux fluatée et de la baryte.

La composition des différens silicates qui existent dans l'arkose est très-analogue; la plupart ne contiennent que de la silice, de l'alumine et de l'eau, dans des proportions peu éloignées l'une de l'autre; ces proportions ne sont cependant pas assez constantes pour que l'on puisse en conclure une formule représentant leur composition générale. Quelques-uns renferment du fer au minimum et de la magnésie.

Caractères généraux des silicates.

Caractères des silicates. Ces substances, lorsqu'elles sont nouvellement extraites de leur gisement, et qu'elles n'ont éprouvé aucune espèce d'altération, sont esquilleuses, translucides, et présentent tous les caractères de certains quarz agates; elles ressemblent surtout beaucoup à ce minéral lorsqu'elles ont une couleur verte, comme une variété qui provient de la mine d'Huelgoät, et qui m'a été remise par M. Juncker, directeur de cet établissement. Les caractères extérieurs de cette substance la rapprochent complétement de la *chrysophrase*, mais le moindre essai

indique des différences très-prononcées entre ces silicates alumineux et le quarz. Ils sont toujours très-tendres, et non-seulement il est facile de les rayer avec une pointe d'acier, mais on peut même les couper et en enlever des copeaux qui se contournent à la manière du plomb métallique.

Ces silicates happent à la langue, absorbent une grande quantité d'eau, et jouissent alors des propriétés du quarz hydrophane.

La plupart de ces silicates deviennent opaques et terreux par l'action de l'air; cette altération ne paraît pas influer d'une manière sensible sur leur composition. Des morceaux parfaitement esquilleux, et d'autres qui étaient devenus terreux, ont donné des résultats semblables à l'analyse.

Leur pesanteur spécifique est comprise entre 20 et 22...

Ils sont onctueux au toucher et même presque toujours savonneux; ils ne font que très-difficilement pâte avec l'eau. Ils contiennent une grande quantité d'eau de 16 à 25 p. 0/0, et bouillonnent lorsqu'on les dessèche.

Ces silicates sont solubles dans les acides et fusibles au chalumeau.

Outre les argiles qui forment la base de la plupart des arkoses et des arènes, il en est d'autres, telle que la *terre à foulon*, qui jouissent des propriétés générales que nous venons d'indiquer. Elles doivent par conséquent être associées aux silicates hydratés dont nous parlons dans ce moment. Il serait donc naturel de former une classe particulière des argiles hydratées, et peut-être, même, vaudrait-il mieux les séparer complétement des argiles et leur donner un nom particulier, car

non-seulement elles se distinguent des véritables argiles par leurs caractères minéralogiques, mais encore par leur position dans la nature; ainsi, tandis que les dernières portent tous les caractères d'avoir été produites par des dépôts mécaniques, et de n'être par conséquent qu'une roche arénacée composée d'élémens très tenus, les argiles hydratées paraissent au contraire être comme la plupart des minéraux, le résultat d'une action chimique.

Silicate de Villefranche.

Sub. de Villefranche. Ce silicate forme de petits amas dans le grès placé à la séparation du granite et du lias; les premières couches de cette formation secondaire sont à l'état de dolomie; elles contiennent de la calamine et quelques grenailles de galène.

Le silicate de Villefranche est d'un vert jaunâtre. Il est opaque; cependant sa cassure est esquilleuse.

Sa pesanteur spécifique est 2,08. Lorsqu'on écrase cette substance dans un mortier, elle adhère au pilon à la manière des corps gras. Son analyse a donné :

		Oxig.	Rapport.
Silice.	40,68 —	20,46 —	23,
Peroxide de fer.	30,19 —	9,26 —	10,
Alumine. . . .	3,96 —	1,85 —	2,
Magnésie. . . .	2,37 —	0,92 —	1,
Eau.	23,00 —	20,53 —	23,
	100,20		

La formule que l'on déduit de cette composition est assez compliquée, la somme de l'oxigène des bases n'étant pas un multiple de l'oxigène contenu dans la silice.

Ce silicate a la plus grande analogie par ses caractères extérieurs et sa composition avec la substance décrite par M. Berthier, sous le nom de *nontronite*.

Silicate de la Voulte.

Silicate de la Voulte. Cette localité est célèbre par la présence d'une couche extrêmement puissante de minerai de fer oxidé rouge et de fer carbonaté compacte placée dans les marnes qui existent à la séparation du lias et de l'étage inférieur de l'oolite. A un quart de lieue environ de la mine de fer, on voit la superposition du calcaire jurassique sur le granite; cette superposition est marquée par des arkoses qui appartiennent au lias dont ils forment la première assise. Ces grès contiennent du minerai de fer oxide hydraté, placé dans les mêmes circonstances géologiques que les minerais de fer d'Alais, sur lesquels est fondée la prospérité des belles usines qui y sont construites depuis peu de temps; mais le minerai hydraté de la Voulte n'est pas exploité, à cause de la richesse immense de la mine de fer en couche. Le fer est accompagné de parties noires qui sont du manganèse oxidé, et d'un silicate d'un gris bleuâtre très-clair.

Ce silicate, éminemment hydrophane, se laisse couper au couteau; il est demi-translucide sur les bords, et soluble en entier dans les acides. Sa pesanteur spécifique est de 2^m.05.

Exposé à l'action de l'air, il se fendille, tombe en fragmens, et devient opaque, sans cependant éprouver d'altération dans sa composition.

L'analyse a donné :

Silice. . . .	40,66	20,45	10
Alumine. . .	33,66	15,72	8
Eau.	24,83	22,01	11
	99,15		

Silicate de Saint-Martin

Silicate de Saint-Martin. Il existe dans la commune de Saint-Martin, située à 2 lieues N.-O. de la ville de Thiviers un dépôt de manganèse placée à la séparation du terrain ancien et de l'oolite inférieur. Ce manganèse est accompagné de baryte sulfatée, de jaspe, etc., et d'argile très-savonneuse, qui jouit des différens caractères que nous avons indiqués ci-dessus pour les silicates alumineux; la composition de cette argile l'identifie complétement avec eux. On croit devoir remarquer que dans cette localité l'arkose forme la base de l'oolite inférieur et non du lias; par conséquent la position de l'arkose n'est pas constante, circonstance qui tient à ce que l'arkose n'est pas une formation particulière, mais simplement une variété de grès dont le caractère essentiel est de se trouver à la séparation des terrains granitiques et des terrains secondaires, et non à une hauteur géologique déterminée.

L'analyse du silicate de Saint-Martin a donné pour sa composition :

Silice.	43,10	21,68	11
Alumine. . . .	32,45	15,16	8
Magnésie. . . .	1,70	0,65	»
Eau.	22,30	19,83	10
	99,55		

Les silicates de la Voulte et des environs de Thiviers se rapprochent beaucoup, par leur composition, de la substance décrite par M. Berthier, sous le nom d'halloysite; on peut les regarder comme n'étant que des variétés de cette espèce minérale qui, quoique non cristallisée, n'en est pas moins très-importante par le rôle qu'elle joue dans la nature.

Argiles extraites de l'arkose des environs de Brives et de Mont-Morillon. Ces argiles forment la pâte de grès peu solides qui appartiennent à l'étage inférieur de l'oolite; elles sont rougeâtres. L'une d'elles, celle des environs de Brives, a été employée comme pouzzolane artificielle, et a donné des mortiers qui ont fait prise en peu de jours. Les principaux caractères de ces argiles sont analogues aux caractères que nous avons indiqués pour les silicates alumineux, et confirment la réunion que nous en faisons. L'analyse de ces argiles a donné :

Silicates formant la pâte des arènes.

Pour celle de	Brives	de Mont-Morillon.
Silice. . . .	39,40	46,50
Alumine. . .	28,60	24,30
Oxide de fer.	10,00	8,00
Eau.	22,00	21,20
	100,00	100,00

Silicate de Huelgoät. Ce minéral se présente à l'état compacte et à l'état terreux, avec des passages insensibles de l'un à l'autre; lorsque cette substance est compacte, sa cassure est esquilleuse, à petites esquilles, comme celle du quarz agate grossier. Ce silicate est alors fortement translucide; sa couleur, d'un vert clair, lui donne une ressemblance complète avec la chrysoprase; il se laisse couper au couteau, et prend de l'éclat par la râclure.

Silicate de Huelgoät.

A l'état terreux, le silicate d'Huelgoät est opaque, tendre, et s'écrase facilement sous le pilon.

Ce minéral happe fortement à la langue; sa pesanteur spécifique est $2^{m}.25$.

Il est soluble en entier dans les acides.

Les deux variétés terreuses et compactes présentent une composition à peu près identique, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes. Le silicate compacte a été attaqué par la potasse caustique; le terreux a été dissous dans l'acide sulfurique.

	Compacte.	Terreux.	Moyenne.	Oxigène.	
Silice	48,50	48,83	48,665	24.49	16
Alumine. . . .	31,75	31.17	31,460	14,68	10
Magnésie. . .	3,80	3,97	3,885	1,51	1
Eau.	14,75	14,17	14,480	12.81	8
	98,80	98,14	98.490		

Le rapport entre la quantité d'oxigène contenu dans l'acide et les bases n'étant pas simple, nous n'en déduirons pas de formule.

Cette espèce de silicate se trouve dans le filon de la mine de plomb de Huelgoät, mais seulement dans la partie du filon qui avoisine une masse feldspathique verdâtre, que tout nous porte à regarder comme étrangère au terrain. Le gisement de ce silicate ne paraît donc pas exactement le même que le gisement des différens silicates que nous venons de citer; cependant, si on réfléchit que la masse feldspathique s'est introduite après coup dans le terrain, on reconnaîtra que la position du silicate d'Huelgoät se trouve dans des circonstances à peu près semblables au gisement des silicates répandus en si grande abondance dans les arkoses.

NOTICE

Sur la grande réunion annuelle des savans allemands, qui a eu lieu à Vienne en septembre 1832, *et sur l'état actuel de l'industrie minérale dans l'empire autrichien.*

Par M. A. BOUÉ (1).

La nation parlant l'allemand se trouve divisée en un grand nombre de gouvernemens, circonstance qui a donné lieu à l'établissement de beaucoup d'universités, d'académies et de villes intéressantes pour les savans. On a toujours attribué à cet état de choses la faiblesse politique de l'Allemagne, les entraves de son commerce et en général de tous les rapports sociaux. Malgré cette diffusion de la science et de l'instruction, les hommes éclairés ont toujours gémi de voir que dans chaque pays d'Allemagne, les savans se trouvaient trop isolés de ceux de leurs confrères qui n'étaient pas soumis au même gouvernement. Si cet état de choses était moins sensible dans le nord ou dans le sud-ouest de l'Allemagne, considérés chacun à part, il y avait toujours eu trop peu de rapports entre les savans de l'Allemagne septentrionale et ceux de l'Allemagne méridionale, et surtout de l'empire autrichien. En science, comme en politique, il y avait et il y a encore des scissions très-prononcées, savoir : entre les deux

(1) M. Boué qui a assisté à cette réunion en a rendu, à la Société géologique de Paris, un compte détaillé dont la présente notice est un extrait.

grandes divisions des pays allemands du nord et du midi, puis entre l'Autriche et la Prusse, et enfin entre l'Autriche ou la Prusse et les pays entre le Rhin et l'Elbe ou l'ancienne confédération du Rhin. Pour rapprocher tous les savans d'Allemagne, pour former un aréopage scientifique, et pour faire disparaître les préjugés, les antipathies, et pour donner ainsi une nouvelle impulsion aux sciences, ainsi que plus d'unité à leurs progrès, quelques savans conçurent, il y a dix ans, l'idée de réunir annuellement les médecins et les naturalistes d'Allemagne, tantôt dans un état, tantôt dans un autre.

Comme rédacteur de l'*Isis* et savant très-connu, M. le professeur Oken se trouva à la tête de ce nouveau mouvement social, qui passa cependant bien vite des mains de la philosophie naturelle à celles de la science véritable.

Dans l'origine, l'institution devait être tout allemande; on ne devait y parler qu'allemand ou latin, mais bientôt on y lut aussi des mémoires en français; et en 1830, à Hambourg, un Anglais fut même nommé à une des présidences de section.

Comme l'académie des sciences de Paris, la société ne tint d'abord que des séances générales; mais les graves inconvéniens de cette marche se firent bientôt sentir. Les sciences sont devenues trop vastes pour qu'un seul homme puisse les embrasser toutes: une ou, plus rarement, quelques études spéciales absorbent maintenant une vie entière. Si l'on voulait donc avoir des assemblées intéressantes et suivies, si les lectures devaient être écoutées et les faits discutés avec fruit, il fallait séparer les savans en autant de sections par-

ticulières qu'il y avait de branches d'études spéciales. C'est ce qu'on a commencé à faire dès 1827, tout en conservant quelques séances solennelles pour des objets d'intérêt général et pour des discours de circonstance.

Conformément aux statuts arrêtés à Leipzig en 1822, la réunion annuelle des naturalistes et médecins de l'Allemagne s'est tenue alternativement dans le nord et le sud de l'Allemagne. Elle a eu lieu en 1822 à Leipzig, en 1823 à Halle, en 1824 à Wurzbourg, en 1825 à Francfort-sur-le-Mein, en 1826 à Dresde, en 1827 à Munich, en 1828 à Berlin, en 1829 à Heidelberg, en 1830 à Hambourg, et en 1832 à Vienne. Chaque année a vu augmenter le nombre des assistans : la réunion, de 13 personnes à Leipzig, se trouva portée à 38 à Halle, à 37 à Wurzbourg, à 88 à Francfort, à 250 à Dresde, à 156 à Munich, à 458 à Berlin, à 273 à Heidelberg, et à 412 à Hambourg. On s'y est rendu de pays très-éloignés; les savans du nord et de la Russie ont surtout profité de ce moyen de se mettre en communication directe avec leurs confrères de l'Allemagne. Néanmoins aucune réunion n'avait encore été aussi nombreuse et aussi brillante que celle qui vient d'avoir lieu à Vienne.

Jusqu'alors les savans autrichiens n'avaient fréquenté qu'en petit nombre ces congrès scientifiques; mais en 1830, après avoir pris les ordres de l'empereur d'Autriche, MM. le baron de Jacquin et Littrow, chef de l'observatoire de Vienne, se rendirent exprès à Hambourg, pour proposer Vienne comme le lieu de la réunion pour 1831.

Cette offre fut acceptée avec plaisir, parce que les Allemands et les Prussiens ne connaissent guères

26.

plus l'Autriche que les étrangers; on était curieux de faire connaissance avec les savans autrichiens, autant que de voir la belle capitale de cet empire et ses nombreuses collections. Le règlement de la société exige la présence de quelques personnes de la ville où doit se tenir la prochaine assemblée, afin qu'on puisse choisir d'avance un président et un secrétaire pour faire les préparatifs de la réunion. En conséquence, on choisit pour président M. le baron de Jacquin, et pour secrétaire M. Littrow, chef de l'observatoire de Vienne.

Le choléra exerçant ses ravages à Vienne en 1831, la réunion fut renvoyée à 1832.

Dès le 18 septembre, onze cents personnes s'étaient fait inscrire comme voulant prendre part à cette assemblée, savoir : quatre cent soixante-quatre savans proprement dits, et six cent trente-six amateurs des sciences naturelles; mais les jours suivans le nombre total des membres fut porté à près de douze cents personnes, parmi lesquelles figurèrent environ cinq cents savans. Ces derniers se trouvaient répartis, d'après le lieu de leur naissance, de la manière suivante: il n'y avait qu'une soixantaine de savans de l'Allemagne proprement dite et de la Prusse, savoir: 10 Bavarois, 5 Hanovriens, 2 Hessois, 6 Saxons, 1 Wurtembergeois, 1 Mecklembourgeois, 6 Hambourgeois, 2 Francfortois, 1 Brêmois et 26 Prussiens, y compris 2 de la Prusse rhénane, 1 de la Poméranie et 3 de l'ancienne Prusse; deux cent soixante-douze naturalistes ou médecins des états allemands de l'Autriche, savoir : 239 de l'archiduché d'Autriche, 5 de Styrie, 1 du Tyrol, 2 du Salzbourg, 15 de la Bohême, 9 de la Moravie, et 1 de la Silésie; soixante-deux savans des états au-

trichiens non compris dans la confédératiou germanique, savoir : 6 de la Gallicie, 33 de la Hongrie, 2 de la Transylvanie, 1 de la Croatie, 1 de la Carinthie, 1 de la Carniole, 2 de l'Istrie, 2 de la Dalmatie, 4 du pays de Venise, 10 de la Lombardie; enfin vingt-six savans de pays très-divers, savoir : 4 de Cracovie, 1 de Varsovie, 1 de Saint-Pétersbourg, 1 de la Finlande, 4 d'Angleterre, 1 d'Ecosse, 4 de France, 2 d'Espagne, 1 de la Suisse, 1 de Parme, 1 des Etats du pape, 1 de Naples, 1 de Constantinople, 1 du cap de Bonne-Espérance, 1 des Etats-Unis, et 1 de Montevideo.

La société s'est divisée en cinq sections, savoir: section de médecine et de chirurgie, composée de 243 membres; section d'anatomie et de zoologie, comptant 64 membres; section de botanique, composée de 52 membres; section de géographie, géologie et minéralogie, comptant 54 membres; et section d'astronomie, de physique et de chimie, composée de 105 membres. Les savans se sont trouvés répartis, d'après leurs études spéciales, en 59 physiciens, 8 astronomes, 22 mathématiciens, 4 mécaniciens, 6 économistes, 47 chimistes, 10 pharmaciens, 11 naturalistes, 36 minéralogistes, 22 géologues, 5 géographes, 52 botanistes, 34 zoologues, 17 anatomistes, 25 physiologistes, 240 médecins, 37 chirurgiens, 7 oculistes, 8 accoucheurs, et 3 docteurs vétérinaires. Chaque section a élu ses présidens et ses secrétaires, et a tenu quatre à cinq séances de trois ou quatre heures chacune, tandis qu'il n'y a eu que trois séances générales de toute la société (1).

(1) Sur les travaux de chaque section, il a paru à

La section de zoologie a été présidée par MM. de Buch et Mohs, et les secrétaires étaient MM. Partsch et de Waldauf; la section de physique avait pour président M. Rose l'aîné, de Berlin, et pour secrétaires MM. de Holger et Baumgartner; le président de la section de botanique était M. Goeppert, et les secrétaires MM. Endlicher, Zahlbruckner et Fenzl; le président de la section zoologique a souvent changé : c'étaient MM. Burdach, Froriep, Sachs, etc., et les secrétaires étaient MM. Fitzinger et le professeur Czermak; enfin, la section de médecine a eu pour président M. Harless de Bonn, et pour secrétaires MM. Hermann et de Vivenotjun.

La première séance générale fut ouverte par un discours du président, et par la lecture des statuts de la société pour régler sa marche.

Les trois séances générales ont été occupées presque entièrement par la lecture de mémoires, en allemand ou en latin, sur des objets relatifs à la médecine, à la botanique et à la zoologie générale. Il y a eu cependant un mémoire géologique sur les matières charbonneuses des terrains anciens de la haute Silésie. M. le professeur Glocker, de Breslau, y a reproduit l'idée que le diamant n'était que de la houille altérée. Le secrétaire, M. Littrow, a clos la réunion par une espèce de compliment d'adieu. Breslau a été choisi pour le point de réunion pour 1833; M. de Wendt a été nommé président, et M. le docteur Otto secrétaire.

Vienne une brochure intitulée : *Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscheru. Arztenin Wien.* In-4°. de 131 pages, 1832.

La section de géologie et de géographie, composée de 54 personnes, a tenu cinq séances, dans lesquelles les divers savans ont présenté des travaux très-variés. On fera seulement ici une courte analyse de ceux qui se rapportent particulièrement à la géologie et à l'art des mines.

M. François de Rosthorn a présenté sa belle carte détaillée de la partie de l'Illyrie comprise entre la grande route de Laibach à Grätz et celle de Clagenfurt à Laibach; il y a joint deux grandes coupes, l'une de Clagenfurt à Laibach, et l'autre de la Drave à la Save par Windisch-Kappel. elles donnent une idée exacte de la structure de la chaîne des Karawanken, ou de la position des roches secondaires calcaires ou arénacées des Alpes méridionales, relativement au sol intermédiaire caractérisé par les trilobites, les spirifères, etc. Enfin, il a présenté deux magnifiques panoramas des Alpes: l'un, pris de la cime du Sau-Alpe en Carinthie, donne exactement la hauteur varié, la configuration particulière, la constitution géologique et la position des masses qui composent la chaîne secondaire méridionale des Alpes, savoir, les Karawanken; l'autre vue, prise d'une montagne élevée près de Gastein dans le pays de Salzbourg, indique l'élévation, les formes, la structure et la conformation de la chaîne secondaire sur le versant nord des Alpes.

M. le docteur Reichenbach, directeur des mines et usines de Blansko en Moravie, a présenté la carte géologique et des coupes de la Moravie centrale, c'est-à-dire des contrées au N.-N.-O. et au N.-N.-E. de Brunn.

M. Zippe a montré de nouvelles cristallisations de la paranthine, du plomb sulfaté, du zircon

et de l'idocrase, en annonçant que le plomb molybdaté, indiqué à tort à Schemnitz, provient de Rucksberg dans le Bannat.

M. Waldauf de Waldenstein a mis sous les yeux de la société un immense atlas de cartes et de coupes concernant la Gallicie et la Hongrie, fruit des observations de feu M. Lill. On y trouve une très-petite carte générale de la Hongrie, une carte particulière des Carpathes septentrionales et orientales de la Gallicie, et une cinquantaine de coupes très-bien faites. Ce travail est déposé dans les archives du conseil supérieur des mines de Vienne.

Cette séance a principalement été consacrée à la lecture d'un mémoire de M. le comte de Sternberg sur les végétaux fossiles.

M. Waldauf de Waldenstein a exposé, dans un discours dont je vais rapporter quelques détails, les progrès que la géologie et l'art des mines ont faits dans ces dix dernières années dans l'empire autrichien. Personne n'était plus capable que lui de faire un pareil résumé, puisque sa place de secrétaire de cour au ministère des mines l'appelle à recevoir tous les renseignemens nouveaux envoyés par les ingénieurs des mines.

Pour l'Italie, l'habile M. Maier a donné des notions nouvelles sur les mines de pyrites cuivreuses d'Agordo et les environs de ce bourg. L'on a acquis des connaissances plus positives sur le gisement bizarre du sel en Tyrol et dans le pays de Salzbourg, au moyen des recherches et des coupes de feu M. Lill de Lilienbach et de MM. le comte Breuner et Laier. M. Lill, ainsi que M. le professeur Riepl, se sont occupés du gîte de lignite de Hering en Tyrol. Sur les bandes de dé-

pôt de cuivre argentifère en Tyrol, le conseil des mines a successivement reçu des renseignemens de MM. le conseiller Pansenberg, Maier, le comte Breuner, Stadler, conseiller à Hall, et Laier.

Les mines aurifères des montagnes schisteuses de Salzbourg ont été examinées avec soin par M. le conseiller de gouvernement Schroll, le professeur Riepl et M. Russegger. (Voyez *Zeitchrift f. Mathematik* pour 1832, volume I, cah. 2.)

MM. Mohs et Riepl ont donné des idées plus exactes sur l'étendue des bandes de fer spathique et hydraté dans les Alpes calcaires et schisteuses de la Styrie et de la Carinthie, et MM. Stadler, Laier, le comte Breuner, et François de Rosthorn, ont procuré encore d'autres renseignemens.

Pour l'Illyrie, les mines de mercure d'Idria ont fait le sujet d'abord d'un mémoire de M. le professeur Riepl (en 1822), puis d'un examen approfondi par une commission composée de MM. Stadler et le comte Breuner (en 1823), L'intérêt personnel et l'ignorance de quelques employés les avaient poussés en 1823 à faire craindre l'épuisement de ces mines. Il ne dut pas être difficile à la commission d'observer que le minerai y était en nids dans de véritables couches arquées, dont une partie seulement avait été exploitée; néanmoins il restait à savoir si la portion des couches non encore traversée était assez riche pour mériter d'être exploitée : or, d'après les dernières nouvelles reçues cet été, un retour de bonne fortune a répondu aux recherches ordonnées par la

commission. MM. Partsch et Riepl ont donné une idée générale de la Dalmatie.

Sur la Styrie, MM. les professeurs Riepl, Anker, l'archiduc Jean, Partsch et divers étrangers ont fourni des notions géologiques précieuses; tandis que, pour l'Autriche, M. Partsch a continué les observations de M. C. Prévost et les miennes. MM. Teubner, Rittler, d'Oeynhausen et Lill se sont occupés successivement de la Moravie. MM. le comte Sternberg et Zippe ont donné beaucoup de renseignemens sur la Bohème, dont les lignites et les couches ferrifères avaient été signalés par M. Riepl. M. Maier, conseiller des mines à Przibram, a envoyé des détails nouveaux sur les mines argentifères de Przibram et de Joachimsthal, sur le gîte du cobalt sulfuré, et les rapports de position des dépôts métallifères relativement aux filons, ou masses porphyriques ou granitiques.

M. Lill de Lilienbach a donné de beaux travaux sur toute la Gallicie et les Carpathes septentrionales, et en particulier des coupes nombreuses des mines de Wieliczka et de la plupart des mines salifères de ce pays. Ces notions corrigent ce que M. Schindler en avait dit.

Pour la Hongrie, depuis l'ouvrage de M. Beudant, M. le comte Breuner a donné des Mémoires intéressans sur les gîtes aurifères de Schemnitz et de Kremnitz; les ingénieurs des nombreuses mines du Bannat et de la Transylvanie occidentale ont envoyé des cartes géologiques et des plans des mines. L'exploitation, et surtout le traitement métallurgique des minerais du Bannat paraissent avoir reçu des améliorations, et il y a, dit-on,

parmi les employés des mines de ce pays des gens fort habiles.

La Transylvanie a été visitée par M. Partch et par nous. Le conseil des mines, convaincu qu'il y avait encore bien des gîtes métallifères à découvrir dans la Hongrie, et surtout dans la Transylvanie, donna en 1826, à M. Partsch, la commission dedresser une cartegéologique de cette contrée, et de lui donner surtout des notices précises sur l'étendue et la position des gîtes exploitables.

M. Partsch a consciencieusement rempli sa commission de lever des cartes, mais comme il n'était pas accompagné de mineurs, j'ignore jusqu'à quel point il a pu remplir les vues tout-à-fait pratiques du conseil des mines.

M. Waldauf a mis en outre sous les yeux de la société les coupes géologiques que M. le comte A. de Breuner a faites avec beaucoup d'exactitude dans la vallée du Zillerthall en Tyrol, dans laquelle ce géologue distingue deux bandes de calcaire intermédiaire en partie métallifère, le système arénacé et rouge des Alpes et le système schisteux de transition.

M. de Schreibers a lu une notice sur un prétendu fer météorique des environs de Magdebourg, que M. Stromeyer a décrit comme tel. D'après M. Schreiber, cette grosse masse, acquise à grands frais, ne serait qu'un produit de fonderie.

M. le professeur Schérer a donné des détails sur la chute de l'aérolite tombée en juin 1808, près de Kerès en Macédoine, et a discuté l'origine probable des aérolites en général.

M. Partsch a présenté quatre feuilles de sa grande carte géologique de l'archiduché d'Autriche, et un magnifique panorama de 8 à 9 pieds

de longueur représentant les environs de Vienne, ses montagnes diverses et ses plaines, vues de la cime du mont Léopoldsberg, une des pointes extrêmes de la chaîne des Alpes, et à une lieue de Vienne. Ce panorama a été exécuté par M. Wachtl sous trois formes : coloré en noir (prix 10 fr.), et coloré comme un tableau ou géologiquement (prix 20 fr.). Cette vue, particulièrement intéressante pour le géologue, donne une idée exacte de la configuration d'une grande partie du bassin de Vienne. Enfin M. Partsch a montré sa carte géologique de la Transylvanie, qu'il ne veut publier qu'après y avoir fait un second voyage : il y a joint deux cartes très-détaillées, l'une des environs d'Offenbanya, et l'autre du pays entre le Marosch et l'Aranyosch, districts aurifères, dont l'examen lui avait été particulièrement recommandé.

M. le professeur Zippe a montré sa carte géologique de la Bohème, ouvrage très-détaillé pour les portions septentrionales, méridionales et occidentales. Le travail de M. Zippe sera prochainement publié.

M. le prince de Metternich a exprimé le vœu que les géologues s'entendissent pour colorer leurs cartes aussi uniformément que possible : M. L. de Buch fut chargé de faire un rapport à ce sujet à la prochaine assemblée. En attendant, M. de Buch porte à la connaissance de la société, que certains principes généraux qu'il a adoptés seraient aussi employés par MM. Brochant de Villiers, Dufrenoy et Élie de Beaumont dans la carte géologique de la France; telles sont, par exemple, la coloration en jaune de tous les grès, la coloration en bleu de beaucoup de calcaires, la distinction de plu-

sieurs dépôts arénacés ou calcaires par des hachures ou par des pointillés.

M. de Metternich a témoigné le désir que les géologues autrichiens voulussent bien s'entendre avec les géologues français et allemands pour admettre au moins ces premières bases qui épargneraient beaucoup de peines, et qui seraient pour la géologie ce que l'alphabet est pour la lecture.

M. Baumgartner a donné quelques détails sur le goniomètre horizontal à réflexion dont se sert M. Mohs, et qu'il trouve plus maniable que celui qui est posé verticalement : la main se trouve placée au-dessous de l'instrument ou du cercle horizontal, et l'ont peut mesurer aisément en avant ou en arrière.

M. Rose a donné quelques détails nouveaux sur l'identité du pyroxène et de l'amphibole ; il a présenté ses observations sur l'association de de l'albite et du feldspath labrador avec l'amphibole et l'ouralite, et enfin sur le diopside et le baikalite qui offrent quelques petites surfaces du clivage de l'amphibole. M. G. Rose a donné aussi quelques détails sur certains gîtes de fer oxidulé, du cuivre natif oxidulé et carbonaté, de platine, d'or, etc., dans la chaîne de l'Oural.

M. Bonsdorf a présenté divers nouveaux minéraux. Le gigantolite, composé d'alumine de chaux et de fer, provenant des roches granitiques de Taméla en Finlande, un autre minéral d'Orijervi, composé de silice d'alumine et de soude, enfin de belles variétés de plusieurs espèces connues.

M. le professeur Wherle de Schemnitz a fait plusieurs remarques sur le passage du porphyre trachytique au perlite et sur le nouveau minerai

de tellure (tellurbismuth) découvert à Czernowicz près de Schemnitz.

Ces diverses réunions de la grande assemblée de Vienne ont eu lieu dans l'intervalle du 18 au 30 septembre 1832.

Cet exposé très-sommaire doit suffire pour donner une idée plus juste que celle qui est communément répandue sur l'état des sciences, sur les savans, et sur les vues avancées du gouvernement autrichien (1). Je terminerai cette notice par quelques observations sur les principales voies de communication et sur l'état actuel de l'industrie minérale dans les diverses provinces de l'empire d'Autriche.

La Hongrie se prêterait aisément à un grand système de canalisation, mais une constitution vicieuse y empêche toutes les entreprises de ce genre.

Dans ces dernières années on a travaillé à rendre navigable la Thaya en Moravie, et l'on soigne toujours beaucoup le cours des rivières, des montagnes, pour le flottage du bois.

Il est question de prolonger le *chemin de fer* qui joint la Moldau au Danube à Lintz, de cette dernière ville jusque dans le bassin de la Mur, en le faisant passer à travers la chaîne septentrio-

---

(1) M. Boué a donné à la Société géologique des détails circonstanciés sur les honneurs et sur les réceptions brillantes qui ont été faits aux divers savans réunis à Vienne, par l'empereur, par les municipalités de Vienne et des villes voisines, par les ministres d'état et par des particuliers amis des sciences. M. Boué, en faisant à ce sujet l'éloge du gouvernement autrichien, a fait remarquer que jusqu'à présent aucune société savante n'a été reçue dans aucun pays avec plus de distinction.

nale des Alpes, au moyen de la profonde vallée de l'Enz. Cette dernière s'étend du Danube, par Hieflau, jusqu'à Lietzen, d'où une autre échancrure met la vallée de l'Enz en communication avec celle de la Mur. Un autre chemin de fer irait de Vienne à Trieste par les plaines de la Hongrie et de la Croatie, et par la vallée de la Kulpa, il viendrait joindre celui de la vallée de la Mur, et pourrait même se prolonger dans le bassin de la Drave.

Vu le bas prix du fer, les chemins de fer se multiplieront rapidement en Autriche. En effet, celui qui réunit le Danube à la Moldau, et qui a 40 lieues de longueur, n'a coûté que 1,700,000 florins ou 4,250,000 fr., parce qu'en Autriche le quintal de fer en barre ne revient pas même, aux maîtres de forges, à 4 florins (10 fr.), et ils le vendent à 6 flor. ou 6 flor. 30 kr. (15 fr. ou 16 fr. 25. c.), c'est-à-dire plus du double meilleur marché qu'en France.

Sous le règne de l'empereur actuel, ont été ouvertes à grands frais une quantité de belles voies de communication. J'observe en particulier que les Alpes autrichiennes sont traversées en entier par sept grandes routes, savoir : de Vienne à Trieste par Gratz, de Vienne à Venise par Klagenfurt, de Saint-Polten à Agram et Carlstadt, de Lintz à Trieste et Fiume, de Salzbourg à Trieste, d'Insbruck à Mantoue, et de Fussen à Milan par le mont Stelvio. Les travaux exécutés au mont Stelvio et le long du lac de Lecco, placent cette route parmi les ouvrages les plus hardis, c'est le point le plus élevé qu'atteignent jusqu'ici les routes de voiture en Europe (1). Dans les détails sur

---

(1) Voyez *Guide au lac de Come et aux routes du*

chacune de ces routes, je fais mention du projet de percer le mont Léobel en Carinthie, à 800 pieds sous sa cime; la route passerait par une galerie longue de 600 toises, et qui coûterait, dit-on, 200,000 fr. Une huitième route n'est achevée qu'en partie, et irait de Kufstein en Tyrol à Venise; la partie entre Bellune et Brunecken vient d'être achevée, et a montré l'utilité des connaissances géologiques pour les constructeurs de routes, car une portion de la route creusée dans le gypse secondaire s'est écroulée.

Pour l'établissement de ces huit routes, on a utilisé les vallées transversales des Alpes, tandis qu'on a lié leurs extrémités par d'autres chaussées au pied des Alpes, et leur milieu dans deux points surtout, au moyen des grandes vallées longitudinales qui séparent, sur les deux revers des Alpes, le terrain schisteux des chaînes secondaires et calcaires. C'est la position de la route de Vienne à Feldkirk dans le Vorarlberg, par Bruck, et celle de Warasdin en Croatie à Glurns en Tyrol, par Klagenfurt.

La chaîne calcaire septentrionale des Alpes est traversée en Autriche par treize grandes routes, dont six sont doubles sur une partie de leur cours, et dont sept forment les extrémités des routes précédentes. Dans la chaîne calcaire méridionale, j'en compte quatorze, dont plusieurs sont nouvelles.

On vient d'achever, cet automne, une nouvelle route à travers les montagnes de Wellebit, entre la Dalmatie et la Croatie.

Stelvio et du Splugen. In-8., avec une carte et 18 vues. Come, 1831.

En considérant sur une carte le tracé de toutes ces routes, au pied et au milieu des Alpes, on voit qu'elles forment une suite de parallélogrammes plus ou moins réguliers, dont les côtés plus ou moins larges sont formés par les routes ou fentes transversales, et les côtés plus courts par les routes situées dans les vallées longitudinales. Très-rarement l'on trouve des routes établies sur les diagonales de ces parallélogrammes, comme par exemple dans le Tyrol méridional. Dans la partie orientale, le tracé des routes longitudinales dévie de la direction, pour se porter soit vers le nord, soit vers le sud; ce qui provient de la bifurcation que les Alpes éprouvent dans ces contrées. La position des routes transversales nous paraît fort intéressante en ce qu'elles n'occupent pas seulement les vallées transversales des deux chaînes calcaires, mais qu'elles passent en outre sur les points les plus bas de la chaîne centrale. Ce fait ne tendrait-il pas à démontrer que les cols de cette dernière ne sont restés si bas, que parce qu'ils étaient placés dans la direction d'immenses crevasses produites par des forces qui ont pu fendiller toute la chaîne calcaire, sans avoir eu assez d'intensité pour produire un effet aussi intense sur la chaîne primaire, ou bien en y occasionant des affaissemens locaux.

Les *chemins vicinaux* ne sont point tout-à-fait négligés dans certaines provinces, ils sont même bons en Autriche. Comme chaque province a sa direction des ponts et chaussées, les municipalités ou les seigneuries ont beaucoup de facilités pour ces sortes de travaux. En Styrie, j'ai été bien étonné de trouver dans la vallée sauvage et reculée de Turrach, une route vicinale comparable

aux meilleures routes d'Angleterre. Comme dans ce dernier pays, les routes s'afferment et s'entretiennent par des péages. Pour diminuer les frais d'entretien des routes, on a adopté le système des roues larges pour les voitures de roulage, et on a diminué les péages pour ce genre de routes afin d'en accélérer l'adoption générale.

Les *ponts en pierre* sont rares en Autriche, le le bois y étant à bon marché. Des *ponts en chaînes de fer* existent à Vienne et en Bohème. Les ponts volans sur le Danube ont été améliorés et remplacés, çà et là, par des ponts de bateaux. On parle de construire un pont fixe à Pest. Des *bateaux à vapeur* naviguent sur le Danube jusqu'à Orchova en Walachie, sur l'Adriatique et sur les quatre lacs au pied des Alpes italiennes.

L'exploitation des mines dans l'empire autrichien et l'emploi plus profitable des richesses souterraines, ont reçu depuis une quinzaine d'années de très-grandes améliorations. Comme le gouvernement autrichien est celui de l'Europe qui fait exploiter à son compte le plus de mines, il est fort intéressé à en faire ouvrir de nouvelles, à mieux exploiter les anciennes, à former de meilleurs mineurs et de bons métallurgistes.

L'importance des mines, dans la monarchie autrichienne, est prouvée par le tableau suivant de leurs produits en 1829.

				Quintaux.
Or.	4,584	marks	Zinc.	1,860
Argent.	83,189	—	Antimoine.	3,510
Cuivre.	42,216	quins.	Alun. . . . . . , . .	26,099
Mercure. . . .	2,815	—	Sulfate de cuivre. . .	258
Fer brut. .	1,549,528	—	Sulfate de fer. . .	33,703
Fer fondu. .	134,7[illegible]7	—	Cobalt.	61
Etain.	1 682	—	Arsenic.	605

Min. de plomb.	16,810	— Manganèse oxidé. . . .	772
Plomb. . . .	108,091	— Soufre.	14,143
Litharge. . . .	21,758	— Charbon de terre.	3,191,927
Calamine. . . .	7,606	— Graphite.	2.426

Dans les vallées des Alpes autrichiennes on produit annuellement 140,000 quintaux d'acier excellent, et il y a de plus deux fabriques d'acier de cémentation et trois d'acier fondu.

Le conseil supérieur des mines de Vienne est composé d'un président, le prince de Lobkowitz, d'un vice-président, le comte Szecsen; de six conseillers, de six secrétaires, de six sous-secrétaires ou concipistes, et de beaucoup d'employés de bureaux. Ce conseil juge en dernière instance toutes les affaires relatives aux mines, soit des particuliers, soit du gouvernement.

La direction des mines est divisée d'après les provinces et les objets particuliers; ainsi il y a un bureau pour tout ce qui a rapport à la jurisprudence des mines, un bureau pour ce qui regarde la monnaie, un bureau pour la vente des produits des mines, etc.

Plusieurs genres de mines ont été affranchies de la redevance qu'on payait jadis à l'état; dans ce ce cas sont celles du charbon de terre; d'autres redevances ont été baissées.

Des commissions d'ingénieurs et de savans isolés ont été envoyées à diverses époques, par le conseil supérieur des mines, dans presque tous les districts d'exploitation. Ces commissions ont non-seulement procuré des idées plus exactes sur les gîtes métallifères et leur étendue; mais elles ont servi encore quelquefois à bonifier l'exploitation en faisant modifier le personnel des employés.

Depuis que M. Maier est directeur des mines du Przybram, en Bohème, elles donnent annuellement 20,000 marks d'argent. Parmi les ouvrages qui demandent le plus de persévérance on doit citer le percement d'une grande galerie d'écoulement commencée à Schemnitz en 1786. Cet ouvrage gigantesque coûte annuellement 120,000 florins (300,000 fr.), et doit rendre plus productives ces mines d'argent et d'or.

Les exploitations appartenant à des sociétés ou des particuliers, se sont aussi accrues ou modifiées, ces dernières années, en Autriche. Cette augmentation a surtout été sensible pour les mines de minerai de fer, très-divers, soit en Bohème, soit en Styrie et en Carinthie. Pour utiliser des forêts immenses dont le bois pourissait sur place faute d'emploi et de moyen d'exportation, on a exploité le fer, et établi de grandes usines sur les terres de plusieurs grands seigneurs, comme sur celles du prince de Metternich en Bohème, de feu l'archiduc Rodolphe en Silésie, du prince de Schwarzenberg, etc. On a aussi repris d'anciennes mines de mercure et de plomb en Carinthie (mines de la Kuschna appartenant au comte Ecker). Dans le même pays, des gîtes très-riches de charbon de terre ont été mis en exploitation, et utilisés pour le *puddlage* du fer, comme, par exemple, par MM. de Rosthorn, de Wolfsberg, qui sont à la tête d'une compagnie d'actionnaires créée dans ce but et ayant un capital d'un million de francs. En Bohème, l'exploitation des houilles anciennes a reçu des développemens, en même temps que les gîtes si abondans de fer oxidulé et hydraté ont été utilisés sur un plus grand nombre de points.

Les hommes éclairés du conseil supérieur des mines ont compris depuis long-temps que, pour donner une nouvelle impulsion à l'industrie des mines et des usines, il fallait perfectionner l'école des ingénieurs des mines et des mineurs. Or cette école se trouve malheureusement située à Schemnitz en Hongrie, localité où il faudrait de grands frais pour procurer aux élèves toutes les ressources littéraires et scientifiques qu'exigerait leur éducation. Au moyen de ses exploitations et de ses grands laboratoires métallurgiques, Schemnitz peut être une utile école d'application, mais non pas pour donner à l'élève les bases de la science des mineurs et des métallurgistes. On avait pensé que cette partie des études devait avoir lieu dans une plus grande ville, et on avait cru que Vienne, et en particulier l'école polytechnique de cette capitale, offraient les conditions les plus favorables pour remplir ce but. Néanmoins, quoiqu'il y ait plus de dix ans qu'on soit dans ces idées, et quoique M. Riepl ait formé dans l'Institut polytechnique une collection superbe de minéraux et de roches d'étude appropriée aux mineurs, l'école des mines n'a pas été changée, parce qu'on a craint d'offenser les Hongrois, qui trouvent n'avoir déjà que trop peu d'académies de hautes études. On s'est contenté de remonter un peu le personnel des professeurs de Schemnitz, et de faire quelque chose pour leurs collections, leur laboratoire chimique et leur bibliothéque. Il serait bien à souhaiter que cet état de chose ne durât pas plus long-temps, ou qu'on envoyât du moins un plus grand nombre de savans professeurs dans cette académie, jadis célèbre.

Le conseil supérieur des mines, comprenant toute l'importance de la géologie pour utiliser les richesses du sol, a commencé à former dans ses archives un *dépôt de cartes géologiques*. On y trouve déjà réunis la carte géologique de la Bohême, par M. Riepl, celle de la Gallicie, par M. Lill, celle de la Transylvanie, dressée par moi en 1826, celle plus détaillée de M. Partsch, celle de la Hongrie, par M. Beudant, celle de la Moravie, par MM. Teubner et Rittler, et celle de la Styrie. L'archiduc Jean a fait dessiner exprès une belle carte de Styrie, par M. de Hauslab, capitaine au corps des ingénieurs géographes, et cette carte, lithographiée, a été coloriée par MM. Anker, Partsch, Zahlbruckner et de Rosthorn.

Un fait qui montre tout l'intérêt qu'on porte en Autriche aux progrès des arts industriels, c'est le Traité de mécanique publié à Prague, par M. Fr. de Gertsner, et tiré à 3,000 exemplaires a été épuisé en peu de mois, et le gouvernement en a depuis lors recommandé l'acquisition à tous les ingénieurs, et toutes les personnes attachées à la Direction des Mines ou à celle des Ponts et Chaussées.

CIRCULAIRES

De la direction générale des ponts et chaussées et des mines.

Circulaire à MM. les Ingénieurs des Mines.

Paris, le 1er. mars 1833.

Demande de documens sur les mines et les usines. — Instructions à ce sujet.

Monsieur, l'administration des mines est naturellement appelée à recueillir les documens sur lesquels repose la solution des questions de douanes et d'économie, appliquées aux substances minérales. A toutes les époques elle a senti l'importance de cette partie de ses attributions; ainsi, dès l'année 1811, quand il s'est particulièrement agi de fixer le mode de perception des redevances établies par les articles 33 et 34 de la loi du 21 avril 1810, elle s'est attachée à introduire dans les états dressés pour l'assiette du nouvel impôt, une multitude de renseignemens intéressans, dont l'objet n'était pas seulement de servir à apprécier le *revenu net imposable* des exploitations souterraines.

Toutefois, ce premier travail présentait, sous le point de vue de la statistique, une lacune importante: il ne comprenait pas les *minières de fer*, non plus que les usines si nombreuses que ces minières servent à alimenter. En un mot, la statistique de l'industrie du fer n'existait point encore; elle ne date véritablement que de l'époque où l'administration, ayant la prévision de la part active qu'elle serait appelée à prendre à la discussion de la question de douane, qu'on a depuis appelée *question des fers*, a chargé MM. les

ingénieurs de dresser, chaque année, trois tableaux ayant pour titre :

Etat des produits des mines et minières de fer,

État des produits des usines à fer *par département*,

État récapitulatif des produits des usines à fer *par arrondissement.*

Ces documens, exactement fournis à l'administration depuis 1825, ont utilement rempli leur destination.

Mais, il faut le reconnaître, avec les élémens dont l'administration dispose aujourd'hui, il lui est impossible de présenter dans un même cadre le tableau général de la situation de l'industrie minérale du royaume. En effet, les états d'exploitation, dont l'objet principal est de servir à l'assiette d'un impôt, ne fournissent pas toujours, sous une forme appropriée au but que nous nous proposons d'atteindre en ce moment, les renseignemens relatifs aux questions techniques ou d'économie générale; ainsi, tandis que pour l'industrie du fer nous avons à cet égard un travail spécial, il n'en est pas de même d'autres branches non moins importantes de l'industrie minérale; c'est là une lacune qu'il faut remplir : chaque jour on en sent davantage la nécessité. L'administration, d'ailleurs, ne doit rester étrangère à aucun des intérêts matériels du pays. En réunissant, comme elle veut le faire, tous les documens qui se rapportent à cette industrie, elle prépare les élémens de publications utiles, qui seront un témoignage de sa sollicitude et de ses efforts, en même temps qu'elles feront ressortir les travaux et les services des ingénieurs et l'avantage de leur concours.

Les renseignemens techniques et statistiques qui permettront d'atteindre le but que je viens d'indiquer, sont déjà pour la plupart entre les mains de MM. les ingénieurs des mines, qui les recueillent avec soin dans leurs tournées : il ne s'agit plus que de les coordonner, de les compléter et de les resserrer dans un cadre uniforme; tel est l'objet des cinq tableaux dont les modèles sont joints à la présente.

Le travail nouveau que je confie au zèle si généralement apprécié de MM. les ingénieurs des mines, ne les dispense d'aucun des devoirs que leur impose le décret du 6 mai 1811. Les divers états relatifs aux redevances continueront à m'être adressés, comme par le passé et aux mêmes époques : ainsi, dans le fait, certains renseignemens se trouveront, par une sorte de double emploi devenu nécessaire, identiquement reproduits dans des états séparés, et qui, bien que formés en partie des mêmes élémens, auront pourtant une destination différente.

Les nombres portés sur les nouveaux états, aux colonnes *extractions*, *productions* et *valeur*, seront particulièrement empruntés aux états d'exploitation.

Les annotations qui accompagnent les modèles dont je vous fais l'envoi me dispensent d'entrer dans beaucoup de détails sur la manière dont je conçois que les nouveaux états doivent être remplis. Je me borne à cet égard à consigner ici quelques observations.

L'état *A* est destiné à donner la situation de l'industrie *par département*, en ce qui concerne l'exploitation des *combustibles minéraux*. La plupart des élémens dont il se composera seront

puisés dans les états partiels d'exploitation, et dans l'état intitulé : *Tableau, par mine, des résultats du travail des redevances.*

Des notices relatives aux gisemens non concédés et aux *tourbières* font partie de l'état *A*. Le modèle porte l'indication des renseignemens qu'elles devront renfermer.

L'état *B* offrira un simple dépouillement, par arrondissement, des états par département *A*.

L'état *C*. est destiné à faire connaître la situation de l'industrie des métaux, *le fer excepté*, en ce qui concerne les établissemens placés dans la dépendance immédiate d'exploitations souterraines. Ses élémens seront, pour la plus grande partie, puisés dans les tableaux dressés pour le travail des redevances.

Chaque exploitation et chaque fonderie y formeront autant d'articles, coordonnés entre eux de la manière indiquée dans le modèle.

Les états *D*. et *E*. constituent des documens nouveaux. Il sera peut-être difficile de se les procurer aussi exacts, aussi complets qu'on pourrait le désirer. Il n'est pas certain en effet que les intentions de l'administration soient toujours assez bien comprises pour que les chefs d'usines s'empressent de concourir à leur accomplissement.

Si ce genre d'obstacle se présentait, vous en informeriez M. le préfet du département qui vous prêterait l'appui de son influence. Elle suffirait sans doute pour lever des oppositions que rien ne saurait justifier.

En attendant, monsieur, nous ne devons négliger aucune occasion de proclamer hautement la mission, toute protectrice pour l'industrie, de l'administration des mines ; il importe de mon-

trer le but constant de ses efforts, et que, dans la circonstance actuelle en particulier, on sache bien que son unique désir est de posséder des documens qu'elle puisse, au besoin, invoquer dans la défense des intérêts qui lui sont confiés. Ainsi, je mettrai un grand prix à tous les détails, à toutes les observations que vous consignerez dans les tableaux ci-joints. On sent qu'il serait difficile d'indiquer à l'avance l'objet de ces observations qui peuvent varier suivant les localités, suivant le genre d'industrie. Je m'en rapporte à MM. les ingénieurs du soin de réunir tous les documens qui auront un véritable intérêt. Il sera fort utile de donner quelques renseignemens sur le plus ou le moins de prospérité de l'industrie pendant un certain nombre d'années, sur les causes qui ont pu arrêter ou favoriser ses progrès, ou qui pourraient exercer encore la même influence.

Plusieurs des états fournis jusqu'ici à l'administration présentent l'indication des machines employées dans les mines ou dans les usines, mais souvent sans aucune mention de la puissance des moteurs; cette omission devra être réparée. Dans les divers tableaux dont je vous fais passer les modèles, des colonnes sont ouvertes pour recevoir à cet égard les nombres que les observations des ingénieurs permettront d'y consigner plus ou moins prochainement.

Parmi les renseignemens que je réclame de MM. les ingénieurs, il y en aura sans doute, ainsi que je l'ai déjà dit, qu'il leur sera difficile de réunir, d'ici à un temps assez éloigné; afin de ne point retarder l'envoi des nouveaux états que je les invite à rédiger, et que je désire recevoir du 15 novembre au 1er. décembre au plus tard, ils

pourront laisser en blanc les nombres sur lesquels ils ne seront point fixés. Ces omissions obligées seront réparées successivement.

Aussitôt que MM. les ingénieurs ordinaires auront terminé les états qu'ils doivent présenter, ils les transmettront à MM. les ingénieurs en chef, par l'intermédiaire desquels doit me parvenir le travail de chaque arrondissement. Les tableaux d'arrondissement *B*, *C*, *D*, *E*, seront facilement rédigés par ces derniers lorsque les documens relatifs à chaque département auront été portés sur des tableaux semblables. Ainsi les ingénieurs en chef auront à les réunir sur un seul et même état qu'ils m'adresseront avec tous les états *A*. dressés par département, en ajoutant d'ailleurs à chacun d'eux leurs propres observations.

Je vous prie, monsieur, de m'accuser réception de la présente, et de faire tout ce qui dépendra de vous pour remplir les intentions qui y sont exprimées. Je compte à cet égard sur votre zèle et votre dévouement.

Recevez, Monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le Conseiller d'état chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines,

Signé *Legrand.*

Circulaire adressée à MM. les Préfets.

Paris, le 1er. mars 1833.

Cette circulaire est entièrement conforme à celle qui précède, sauf les modifications ci-après. .... Tel est l'objet des tableaux que je viens d'adresser à MM. les ingénieurs des mines, en les invitant à les remplir et à me les transmettre dès qu'on y aura réuni tous les renseignemens qui doivent y figurer. Je joins ici, monsieur le préfet, des modèles de ces mêmes tableaux, afin que vous connaissiez bien ce que l'administration désire dans cette circonstance. Demande de documens sur les mines et les usines.

Le travail nouveau (la suite du § comme ci-dessus, page 425.) .... Parmi les documens que je demande à MM. les ingénieurs des mines, il y en a qu'il leur sera sans doute difficile de se procurer aussi exacts qu'on pourrait le désirer. Il n'est point certain, en effet, que les intentions de l'administration soient toujours assez bien comprises pour que les chefs d'usines s'empressent de concourir à leur accomplissement.

Si ce genre d'obstacle se présente, c'est alors, monsieur le préfet, que vous devez nous prêter l'appui de votre influence : elle suffira, nous l'espérons, pour lever des oppositions que rien ne saurait justifier.

En attendant, nous ne devons négliger aucune occasion de proclamer hautement la mission, toute protectrice pour l'industrie, de l'administration des mines; il importe de montrer le but constant de ses efforts et qu'on sache bien que, dans la circonstance actuelle en particulier, son unique désir est de posséder des documens qu'elle puisse au besoin invoquer dans la défense des intérêts qui lui sont confiés.

Recevez, monsieur le préfet, etc.

Signé *Legrand.*

Circulaire adressée à MM. les Ingénieurs des Mines.

Paris, le 10 mars 1833.

Demande du projet des des tournées des ingénieurs.

Monsieur, j'ai eu plusieurs fois occasion de m'apercevoir qu'il serait utile que MM. les ingénieurs des mines transmissent chaque année à l'administration le projet des tournées qu'ils ont à faire dans leurs arrondissemens respectifs.

Si elle était informée du moment où ils quitteront leur résidence, si elle connaissait à l'avance l'itinéraire des lieux qu'ils doivent parcourir, elle pourrrait leur indiquer les renseignemens qui lui sont nécessaires, leur donner, selon l'occasion, des instructions spéciales, ce qui éviterait souvent d'autres déplacemens dans le courant de l'année. Comme elle saisit, du point où elle est placée, l'ensemble des affaires, les besoins généraux du service, elle pourrait aussi leur signaler les objets qui appellent particulièrement leur examen ou leur surveillance, coordonner diverses dispositions et étendre plus uniformément son action et son influence partout où le réclament les intérêts confiés à ses soins. Par-là, serait imprimée à cette partie du service une unité qui, en faisant ressortir de plus en plus le zèle et le dévouement de MM. les ingénieurs, étendrait les avantages de leur concours et les rendrait encore plus sensibles.

C'est ce qu'avait en vue le décret du 18 novembre 1810, lorsque, par son article 19, il a voulu que les ingénieurs des mines fissent des tournées aux époques et de la manière qui seraient réglées par le directeur général; il importe que l'intention de ce décret soit remplie.

Je vous prie, monsieur, de m'envoyer, sans aucun retard, le projet des tournées que vous vous proposez d'entreprendre cette année, en indiquant les époques de ces tournées, et donnant les détails propres à faire connaître ce qui vous paraîtrait devoir fixer principalement votre attention.

Il devra en être de même pour les années suivantes. Il est bien entendu que les projets de MM. les ingénieurs ordinaires devront me parvenir par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations.

Rien ne peut être plus utile que les relations fréquentes des ingénieurs et de l'administration : c'est un moyen efficace d'opérer tout le bien que le pays attend de nos efforts. Soyez assuré, monsieur, que j'attache personnellement le plus grand prix à entretenir et à multiplier ces relations. MM. les ingénieurs peuvent compter sur l'attention que je donnerai à leurs travaux, de même que je mets une confiance sans réserve dans les talens qui les distinguent, dans le zèle qui les anime.

Recevez, monsieur, etc.

Signé *Legrand.*

Circulaire adressée à MM. les préfets.

Paris, le 12 mars 1833.

Monsieur le préfet, l'un de mes prédécesseurs a transmis à la préfecture de votre département, les 16 mai 1825 et 16 juillet 1828, des circulaires et des instructions particulièrement relatives aux épreuves des machines et chaudières à vapeur à

Envoi de modèles en cliché, du nouveau poinçon pour les machines et chaudières à vapeur à haute pression

haute pression et aux timbres qui doivent être apposés sur ces machines et chaudières après les vérifications. A la circulaire du 19 mai 1825 étaient joints trois modèles, en cliché, des deux sortes de poinçons qui sont employés.

L'un des poinçons, qui figurait une fleur de lis, a été remplacé par un autre, qui représente le coq gaulois. J'ai fait faire des clichés du nouveau poinçon, et je vous en adresse trois exemplaires. L'un des exemplaires devra être déposé aux archives de la préfecture, et les deux autres seront remis aux ingénieurs chargés de l'inspection des appareils à vapeur dans votre département.

Je saisis cette occasion de vous recommander l'exécution des divers règlemens publiés jusqu'à ce jour relativement à ces sortes d'appareils. La sûreté des hommes et l'industrie sont intéressées à ce que toutes les mesures de précaution qui ont été jugées nécessaires soient ponctuellement observées, et à ce qu'une surveillance régulière et soutenue soit exercée sur tous les établissemens qui font usage de machines et de chaudières à vapeur.

Je compte entièrement sur vos soins et sur la coopération éclairée de MM. les ingénieurs.

Je vous prie de m'accuser réception des clichés que je vous transmets et de la présente circulaire, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs des mines et des ponts et chaussées.

Recevez, Monsieur le préfet, etc.

Signé *Legrand.*

MÉMOIRE

Sur l'affinage de la fonte par la méthode anglaise, et sur les moyens que l'on peut employer, en grand, pour diminuer le déchet de cette opération.

Par M. THOMAS, ancien élève externe de l'école des Mines et anciennement attaché aux forges de Decazeville (Aveyron).

Première partie.

L'affinage par la méthode anglaise, bien qu'il paraisse simple, au premier coup d'œil, est une des opérations les plus délicates et les plus pénibles de la sidérurgie.

L'appareil dans lequel on l'exécute, en même temps qu'il est compliqué par ses différens accessoires, est encore assez imparfait, surtout lorsqu'on le considère sous le point de vue économique, en ce qui concerne le combustible. Les accidens fréquens, auxquels il est sujet, et par suite les réparations multipliées qu'il faut faire, rendent son entretien assez dispendieux.

Considéré sous le rapport de l'épuration de la fonte, le travail des fineries est indispensable pour la plupart des fontes obtenues avec du coke; néanmoins, il faut avouer qu'il ne remplit que fort incomplétement, quelquefois même pas du tout, quelques-unes des conditions pour lesquelles on fait généralement cette opération; ainsi, par exemple, le produit utile des fineries (*fine-métal*) contient encore soit combiné, soit à l'état de laitiers, au moins un demi pour cent de silicium, et plus

habituellement encore, beaucoup de soufre. La proportion de cette substance est quelquefois plus considérable dans le fine-métal que dans la fonte qui l'a fourni. Cette dernière circonstance, que nous avons souvent constatée, tient probablement à ce que le combustible employé (*le coke*) contient toujours une assez grande quantité de *sulfure de fer* qui passe en tout ou partie dans le fine-métal.

L'avantage réel, le seul peut-être, qui rende l'affinage préalable indispensable pour la plupart des fontes, consiste en ce qu'il y a généralement oxidation presque complète du phosphore; cette substance est enlevée par les scories, surtout si ces dernières renferment de la chaux ou de l'oxide de manganèse, corps qui jouissent, comme nous le verrons, de la propriété d'enlever le phosphore au fer.

Si, dans la fabrication du fer, par la méthode anglaise, l'on compare l'épuration que la fonte éprouve aux fineries, à celle qui résulte du puddlage, on est obligé de convenir, en faisant toutefois abstraction du phosphore, que celle-ci est beaucoup plus complète que la première; on reconnaît aussi que les fineries sont plus propres à oxider le silicium, le carbone et surtout le soufre qui se trouve dans le fer cru que les fours à puddler. En effet, ce que n'a pu faire que d'une manière incomplète le vent projeté avec violence sur la masse métallique dans les fineries, c'est-à-dire oxider les substances que nous venons de citer, le courant d'air naturel le fait dans le puddlage et d'une manière à peu près complète; cela tient, selon nous, à ce que, dans cette dernière circonstance, les matières à épurer se trou-

vent, pendant une grande partie de l'opération, dans un état de division très-grand, et douées d'une certaine consistance qui nous a toujours paru plus favorable à l'oxidation de ces substances que l'état de fusion parfaite.

Il résulte naturellement, de ce que nous venons de dire, que l'on ne devrait affiner préalablement que les fontes phosphoreuses, et tenter de puddler directement celles qui ne le sont pas. C'est l'opinion dictée par la théorie, et surtout par la composition chimique d'une certaine classe de fontes, qui se rapproche tout-à-fait de la composition du fine-métal ordinaire; mais on reproche généralement au produit obtenu par le puddlage direct de la fonte au coke, d'être d'une qualité très-médiocre; toutefois, comme cette question, dont la solution favorable à notre opinion pourrait être d'une importance majeure dans l'art de fabriquer le fer, a été admise par certains métallurgistes, et rejetée par d'autres, nous croyons qu'elle devrait être étudiée de nouveau, avec beaucoup plus de précision et sous toutes ses faces diverses.

Du foyer d'affinage, ou *finerie*.

L'appareil dans lequel s'opère l'affinage de la fonte pour la convertir en un état intermédiaire entre la fonte brute et le fer soudable, est simple par lui-même, mais ses accessoires divers sont assez compliqués.

Le foyer ou finerie (Voy. la *pl.* VIII), consiste en un espace rectangulaire, dont la partie inférieure (*bottom*) est faiblement inclinée de l'arrière en avant. Les parois du rectangle sont formées par trois bâches en fonte grise de bonne qualité (deux sont placées sur les deux côtés latéraux, et la troisième derrière le foyer). Le devant du foyer

qui forme le quatrième côté du rectangle est fermé par une plaque en fonte de 0^m. 075 d'épaisseur, dans le milieu de laquelle on a ménagé, à la partie inférieure, une ouverture pour faire la coulée du fine-métal et des scories. Sur chacune des bâches latérales dont les parois sont constamment rafraîchies par un courant d'eau froide, repose une plaque en fonte de 0^m. 15 d'épaisseur, au bas de laquelle on a ménagé trois espaces destinés à recevoir les tuyères Ces plaques sont fixées, avec des tiges en fer à boulons, à de grandes plaques en bonne fonte, de 0^m. 06 d'épaisseur, appelées *costières*, qui forment le revêtement intérieur et latéral d'une finerie, jusqu'à la naissance de la cheminée.

Cette dernière est en briques ordinaires, supportées par des plaques horizontales en fonte de 0^m. 056 d'épaisseur, qui reposent sur d'autres plaques verticales plus épaisses que l'on nomme *piliers*. La partie inférieure de ces plaques est garnie d'un revêtement en briques demi-réfractaires.

Le fond du creuset, ou *bottom*, est ordinairement en briques entièrement réfractaires; on peut, avec avantage pour le déchet, remplacer ces dernières par du calcaire pur en fragmens; ce dernier y résiste assez bien. On doit éviter pour cet usage l'emploi du quartz, et, en général, des matières siliceuses; elles n'y résistent pas bien, et augmentent toujours le déchet de la fonte par leur transformation en silicates de fer.

La longueur d'un foyer donnant de bons résultats est de 1^m. 25, et sa largeur d'un mètre; sa profondeur varie avec la nature des fontes que l'on veut soumettre à l'affinage, depuis 0^m. 20 à

0m. 30, suivant que ces dernières sont plus ou moins difficiles à affiner.

Une finerie porte ordinairement six tuyères, fixées symétriquement de chaque côté latéral, et de manière qu'elles se croisent toutes deux à deux, dans leur direction particulière et opposée. Chaque tuyère porte deux tubes en fer (canons de fusil recourbés) destinés à introduire l'eau qui doit rafraîchir la tôle qui forme les tuyères. Ce courant d'eau froide a pour but d'empêcher la tôle des tuyères d'être rongée et dégradée par le feu, pendant son contact avec le bain métallique, dans lequel elle plonge. L'inclinaison des tuyères varie avec la nature des fontes que l'on se propose de soumettre à l'affinage. Si ces dernières sont très-difficiles à affiner, l'inclinaison des tuyères doit être très-faible. Si au contraire les fontes sont tendres à affiner, l'angle d'inclinaison avec l'horizontale doit être très-grand. Si, dans ce dernier cas, les tuyères étaient presque horizontales, l'expérience prouve que la fonte trop tôt affinée, tomberait au fond du foyer où elle se solidifierait en partie, ce qui tient à ce que le maximum de chaleur se trouverait trop éloigné de la partie inférieure du creuset. Dans le cas, au contraire, où la fonte serait dure à affiner, si les tuyères étaient très-inclinées à l'horizon, l'affinage serait extrêmement lent, souvent même impraticable, parce que le foyer s'approfondit à mesure que les matériaux qui le composent entrent en fusion. Il résulte de ce dernier fait surtout, que l'oxidation des matières qui accompagnent le fer dans la fonte est très-avancée par le trajet que font, au milieu du vent, les gouttes ou particules métalliques

qui se détachent des gueusets au commencement de l'affinage.

Les variations de l'inclinaison des tuyères sont comprises entre huit et vingt-cinq degrés.

La profondeur du creuset et l'inclinaison des tuyères sont les seuls élémens variables, dont les ouvriers peuvent disposer, pour transformer toutes les diverses qualités de fontes en fine-métal.

L'orifice des tuyères, par où le vent pénètre dans le foyer est de 0^{m}. 031 à 0^{m}. 035 de diamètre, celui des buseaux qui donnent le vent étant de 0^{m}. 030 à 0^{m}. 036.

Pendant l'affinage proprement dit, les tuyères ne doivent pas plonger dans le bain de fine-métal, mais bien dans le bain de scories, de telle façon que ces dernières enveloppent de toutes parts l'orifice inférieur des tuyères; c'est là une des conditions essentielles pour que l'opération marche régulièrement. Il faut donc que la quantité de fonte en fusion dans le creuset ne soit pas trop forte, et qu'il y ait une couche de scories assez épaisse, pour que la totalité du vent passe dedans à mesure qu'il sort par l'orifice des tuyères. Si l'on ne suivait pas scrupuleusement ce principe, ou les tuyères s'obstrueraient par la solidification de la fonte, ou le vent, n'étant pas reçu immédiatement par les scories qui doivent le transmettre à la fonte ou au combustible, brûlerait ce dernier en pure perte, et l'affinage ne marcherait pas.

L'avancement des tuyères dans le foyer est assez indifférent pour l'affinage en lui-même, cependant il est bon que les tuyères dépassent les bâches sur lesquelles elles reposent de 10 à 12

centimètres. Si elles étaient moins avancées, on courrait risque de fondre les bâches qui les supportent.

Toutes les qualités diverses de fonte peuvent, par rapport à la manière dont elles se comportent aux fineries, se diviser en trois classes bien distinctes : Des différentes espèces de fontes soumises à l'affinage.

Fontes de la 1re. Classe. La 1re. classe comprend les fontes dures ou longues à affiner. Elle renferme les fontes grises, les fontes truitées grises, les fontes truitées blanches, les fontes blanches à grain fin et serré, cependant cristallisées, enfin les fontes blanches, compactes, à cassure tout-à-fait cristalline.

Indépendamment de la cassure, qui est un guide presque toujours certain pour connaître à l'avance de quelle manière une qualité de fonte se comportera aux fineries, l'aspect extérieur et les surfaces planes et unies sont un indice assez certain que les fontes seront dures à affiner.

Nous donnons ici la composition qui résulte de l'analyse chimique, des trois qualités de fonte principales qui sont comprises dans cette classe.

	1re.		2me.		3me.
Silicium.	0446	—	0052	—	0349
Soufre.	0084	—	0141	—	0110
Phosphore. . . .	0082	—	0061	—	0056
Fer et charbon (par diff.).	9388	—	9746	—	9485
	10000		10000		10000

La 1re. est une fonte grise très-douce et très-belle, à gros grain et bien tenace.

La 2e. est une fonte blanche, à grain d'acier fin très-serré, fort compacte et très-dure à affiner;

elle a été obtenue, presqu'entièrement, avec un minerai manganésien et titanifère.

La 3e. est une fonte blanche cristalline, compacte, à facettes assez larges et de bonne qualité.

Pour travailler les fontes qui appartiennent à cette classe le plus avantageusement possible dans les fineries, le creuset doit avoir, à partir du niveau supérieur des bâches qui portent les tuyères, une profondeur de 0m. 20 à 0m. 23; l'angle d'inclinaison des tuyères avec l'horizontale doit être de 8 à 11 degrés.

Fontes de la 2e. Classe. Nous comprenons dans la deuxième classe les fontes demi-dures ou moyennement lentes à l'affinage. Parmi ces dernières, on doit compter les fontes cristallines, blanches, peu compactes, dont la cassure laisse apercevoir, dans l'intérieur des gueusets, des petites géodes cristallines, souvent irisées.

Les caractères extérieurs, propres à reconnaître cette classe, sont moins précis que pour les fontes de la 1re. classe. On peut les donner d'une manière négative, en disant, qu'ils n'appartiennent à aucune des deux autres classes extrêmes, qui sont d'ailleurs parfaitement caractérisées sous ce rapport.

La composition des fontes que nous réunissons dans cette classe est extrêmement variable, par rapport aux élémens, soufre et silicium : ce dernier y est, en général, dominant. La composition moyenne de cette classe peut, d'après nos analyses, être représentée par :

Silicium.	0550
Soufre.	0093
Phosphore.	0070
Fer et charbon (par diff.). .	9287
	10000

L'affinage des fontes de la 2e. classe est, en général, commode et facile; on doit se servir d'un creuset dont la profondeur est de 0^m. 23 à 0^m. 25, les tuyères étant inclinées à l'horizon, sous un angle de 18 à 20 degrés.

Fontes de la 3e. *Classe.* Les fontes de la 3e. classe sont tendres; elles s'affinent trop promptement. Le travail de ces fontes exige beaucoup de précautions de la part des ouvriers, parce qu'elles engorgent facilement les fineries.

On doit ranger dans cette classe les fontes très-parsemées de géodes cristallines et irisées, les fontes peu compactes, les bocages ou carcas mélangés de sable et de laitier, enfin les fontes soufflées ou caverneuses, à grain fin d'acier, plutôt gris que blanc, qui proviennent presque toujours d'une surcharge de minerai dans le haut-fourneau.

L'aspect extérieur des gueusets, est un guide assez sûr pour reconnaître les fontes de la 3e. classe. Leur surface supérieure est, ou très-concave ou très-convexe; elle n'est jamais unie et presque toujours recouverte de laitiers. Le plus souvent le son qu'elles donnent est sourd et mat. Ce dernier caractère, et surtout la convexité très-prononcée, appartiennent surtout aux fontes caverneuses provenant d'une surcharge de minerai dans les hauts-fourneaux. Celles-ci sont parse-

mées de cavités concentriques, dans l'intérieur des gueusets.

Nous donnons ici l'analyse de quelques fontes appartenant à cette classe.

	1re.		2me.		3me.
Silicium.	0350	—	0092	—	0250
Soufre.	0160	—	0128	—	0126
Phosphore. . . .	0043	—	0041	—	»
Fer et charbon.	9447	—	9739	—	9624
	10000		10000		10000

La 1re. est une fonte qui présente à l'intérieur quelques géodes tapissées de cristaux irisés. Elle est assez compacte vers les bords, et son grain, en général peu serré, est cristallin.

La 3e. est une fonte dont la cassure est entièrement caverneuse; son grain est fin, ayant plutôt la couleur et le grain de l'acier que celui de la fonte blanche ordinaire. Elle provient d'une surcharge de minerai dans le haut-fourneau, et soit que l'oxigène de l'oxide de fer non réduit, dans cet appareil, ait oxidé son carbone et surtout son silicium, soit que ce résultat soit dû à un excès de vent, toujours est-il que ce produit a éprouvé un degré d'affinage assez prononcé; et que l'ensemble de ses propriétés physiques et même chimiques le rapproche entièrement du fine-métal.

Cette fonte, que l'on obtient par surcharge de minerai et par une forte production journalière, est, comme on le voit par la composition chimique, aussi pure que le fine-métal ordinaire. Toutefois, il faut en excepter le phosphore qui y reste en plus grande quantité que dans le produit de l'affinage ordinaire. Dans les localités où on pour-

rait disposer de matières premières, propres à donner des fontes non phosphoreuses, ne devrait-on pas tenter de donner aux hauts-fourneaux une allure telle, qu'ils donnassent constamment le produit que l'on aurait de grandes chances de pouvoir puddler directement. Il nous paraîtrait utile d'essayer si le puddlage direct, déjà employé avec avantage sur la fonte brute *grise* et *même blanche* obtenue au charbon de bois, ne donnerait pas de bons résultats pour cette fonte caverneuse. Nous avons tenté de puddler ce produit caverneux, obtenu au coke; l'opération a eu lieu sans difficulté, mais la qualité du produit était en général très-médiocre; il est vrai que la perte pourrait tenir en partie au sable adhérent non-seulement à l'extérieur des gueusets, mais disséminé encore à l'intérieur; circonstance due à ce qu'elle coule ordinairement pâteuse des hauts-fourneaux. Un moyen qui réussit bien, et que l'on ne saurait trop recommander, pour éviter ces mélanges mécaniques de matières impures, consiste à couler ce produit, et en général, les fontes destinées à faire du fer, dans des lingotières en bonne fonte grise. Par là on évite un déchet considérable dans les opérations subséquentes. Il est bien vrai que ce moulage en coquilles trempe un peu la fonte, et lui communique de la dureté; mais, si c'est une chose que l'on ne recherche pas pour les fontes de la 1re. classe, il faut convenir que cela est très-avantageux pour celles de la 3e., qui sont, plus que toutes les autres, disposées à se souiller de ces matières argileuses (1).

(1) D'ailleurs le moulage en coquille rend ces fontes

L'affinage des fontes de la 3ᵉ. classse nécessite quelques précautions parce qu'étant déjà plus ou moins affinée elle exige, pour être maintenue en fusion convenable au fond du creuset, une très-haute température ; aussi ne doit-on pas craindre d'incli ner fortement les tuyères, afin que l'endroit où la température du foyer est la plus forte soit rapproché le plus possible du fond du foyer où se rend le métal affiné. En général, on peut passer ces fontes assez commodément aux fineries, avec un foyer de 0^{m}. 28 à 0^{m}. 30 de profondeur, l'angle d'inclinaison des tuyères étant de 25 à 27 degrés.

Nous devons faire ici une observation générale, c'est que les caractères physiques indiqués pour reconnaître en particulier chacune des trois classes de fonte que nous avons précédemment désignées, sont modifiés par le moulage dans des lingotières en fonte; de sorte, par exemple, que la fonte de la 3ᵉ classe qui eût été entièrement caverneuse comme le fine-métal le plus avancé, si elle eût été coulée en sable, est au contraire aussi compacte que les fontes blanches de la 1ʳᵉ. classe. La cassure offre cependant des caractères faciles à saisir, avec un peu d'habitude. Ainsi la fonte déjà affinée dans le haut-fourneau a un grain qui n'est jamais cristallin; sa couleur la rapproche tout-à-fait de l'acier fondu, tandis que les autres qualités de fonte que l'on pourrait

plus difficiles à affiner : 1°. en ce qu'il trempe la fonte, et 2°. surtout parce qu'alors elles ne retiennent plus de sable ou silice qui facilite toujours beaucoup l'affinage.

confondre avec ces dernières sont toujours blanches et à grains cristallins.

Du coke.

Le coke est, presque exclusivement, le seul combustible employé à l'affinage de la fonte par la méthode anglaise; on ne doit consacrer pour cet usage que le coke le plus pur et le moins cendreux. Une chose qui est d'une grande importance pour que l'affinage marche bien, c'est d'assortir convenablement les diverses qualités de coke avec la nature différente des fontes que l'on doit traiter.

Ainsi, avec les fontes dures ou de la première classe, il faut employer du coke lourd, non friable, qui résiste bien au feu et développe sous le moindre volume possible une haute température. Le coke fabriqué en plein air, lorsqu'il est d'ailleurs peu cendreux et boursoufflé, est celui qui nous a réussi le mieux, et que l'on doit recommander en général, pour le travail des fineries, parce qu'il développe beaucoup plus de chaleur, et que l'on en consomme beaucoup moins que du coke obtenu avec la houille menue, dans les fours clos. Ce dernier est, en général, plus léger, plus friable, moins pur et surtout plus cendreux que l'autre. Aussi doit-on éviter de s'en servir autant que possible, à moins qu'il n'ait été obtenu avec de la houille grosse et de bonne qualité. Dans ce dernier cas il remplacerait très-bien le coke, en *feux* ou en *plein air*, *léger sans être friable*, que l'on doit employer dans l'affinage des fontes de la 2e. et surtout de la 3e. classe.

On doit rejeter complétement pour le travail des fineries le coke *léger*, *très-friable* et cendreux; il retarde beaucoup l'affinage et aug-

mente le déchet, comme nous le verrons plus tard.

Diverses expériences nous ont appris que la consommation d'un bon coke en feux non anthraciteux et pur, était à celle d'un coke en four-clos, de qualité ordinaire, assez médiocre et surtout friable : : 24 : 42.

C'est une chose si importante, d'avoir, pour l'affinage de la fonte, un coke de bonne qualité et approprié à chaque espèce de fonte, que l'on devrait faire un triage, au moins grossier, du charbon que l'on se propose de transformer en coke de telle ou telle qualité.

Les cokes anthraciteux ne conviennent point dans les fineries; en général, ils ne brûlent pas, et se transforment en petits fragmens que le vent projette continuellement en l'air, sans développer une chaleur convenable dans le foyer.

Du vent. La pression du vent lancé dans les fineries, sa température, son état hygrométrique, sa masse, sont autant de causes qui influent sur la marche de l'opération.

Il vaut toujours mieux pécher par excès que par défaut de pression, surtout si l'on doit travailler des fontes difficiles à affiner. La température atmosphérique est aussi un élément assez influent. En hiver, par un froid au-dessous de zéro, la production journalière est toujours plus considérable. Par un temps de pluie et mou, la production s'affaiblit notablement; il en est de même si la masse d'air lancée en un temps donné n'est pas à une pression assez considérable. Nous montrerons plus tard comment ces différentes circonstances influent sur le déchet, qui se lie inti-

mement, sous plusieurs rapports, avec la production en un temps donné.

L'action oxidante du vent, sur le fer non soudable en général, est-elle d'autant plus énergique que la température est plus élevée et les matières plus liquides? Nous ne le croyons pas; nous pensons, au contraire, que l'action du vent sur les matières qui accompagnent le fer dans les fontes, est beaucoup plus forte lorsqu'elles sont à l'état de division et à l'état pâteux, que lorsqu'elles sont tout-à-fait liquides. Cela explique pourquoi, dans le travail ordinaire, aussitôt qu'il s'introduit quelque peu d'eau dans le foyer, la partie qui se trouve au contact de cette eau se trouve transformée en fer métallique soudable, par suite de la solidification qui s'opère à mesure que la température s'abaisse. Nous ne pensons pas que l'eau, par sa décomposition et l'action de ses élémens, puisse produire à elle seule un résultat aussi tranché.

Du travail des fineries.

Le travail des fineries est une des opérations les plus difficiles de la sidérurgie; l'ouvrier n'a d'autre moyen de connaître l'état et le degré d'affinage du métal que par les scories, dont les propriétés, assez changeantes, suivant la nature des fontes, induisent quelquefois en erreur les hommes même les plus exercés.

L'un des points les plus importans de l'opération, et qui en même temps est difficile à saisir, consiste à maintenir, pour une qualité de fonte donnée, la sole du foyer, à une profondeur qui soit très-peu variable; à chaque opération, la sole pouvant se fondre ou se recouvrir de fine-métal, on obtient le résultat, comme nous le verrons, par un chargement plus ou moins fort,

par une addition plus ou moins grande de minerai calcaire ou de matières propres à avancer l'affinage.

Dans l'affinage, la fonte est en contact immédiat avec le combustible; une grande partie de ce dernier, surtout pendant l'affinage proprement dit, brûle au-dessus du bain de métal, sans être utilisée. Cette circonstance rend surtout cette méthode extrêmement dispendieuse et défectueuse.

Un ouvrier habile sait diminuer beaucoup la consommation en coke en jetant, aux différentes époques de l'opération, quelques sceaux d'eau sur le devant et le derrière du foyer où se trouve une assez grande quantité de combustible en ignition. Ce moyen ralentit la combustion qui devenait inutile à l'affinage, concentre la chaleur dans le foyer, enlève au coke une grande quantité du soufre qu'il renferme, et rend le travail dans le fourneau moins pénible aux ouvriers, à mesure que le dégagement de chaleur à l'extérieur diminue.

Pour obtenir un travail normal dans les fineries il faut, autant que possible, ne jamais passer une seule qualité de fonte. C'est une chose digne de remarque, que des fontes, qui présenteraient isolément des difficultés de travail aux fineries, s'affinent au contraire beaucoup plus vite et sans difficulté par un mélange convenable de chacune d'elles; il nous paraît probable que, dans le cas d'un mélange, il se fait, pendant l'affinage, des réactions simples, et peut-être même multiples, entre les divers composés que forme le fer avec les substances qui l'accompagnent, dans chaque qualité de fonte. Ce genre de réactions chimiques, peut être mis à profit dans d'autres

opérations métallurgiques, et notamment dans le puddlage, où il est très-probable que l'on en retirerait des avantages pour la facilité du travail.

Le chargement de la fonte étant une des parties de l'opération de l'affinage anglais, la plus délicate, nous allons entrer dans quelques détails sur ce sujet. Du chargement.

Si la profondeur du foyer demeurait toujours la même pendant chaque opération d'un roulement considérable, le chargement ne présenterait aucune difficulté, et il pourrait être constant, une fois que l'on aurait donné des dispositions convenables à la finerie, pour passer une qualité de fonte déterminée.

Mais, malheureusement, il n'en est pas ainsi dans le travail ordinaire; car, quelle que soit l'attention des fineurs, tantôt le creuset (ou bottom) se hausse par la solidification d'une partie de la fonte trop affinée, tantôt il baisse par la fusion lente des matériaux qui le composent. Les ouvriers doivent étudier les variations du foyer et mettre telle ou telle quantité de fonte à chaque opération, suivant qu'il s'élève ou s'abaisse.

Chaque fois que l'on met une finerie en feu, quelle que soit la nature de la fonte, il faut procéder par petites charges jusqu'à ce que le foyer soit bien échauffé, autrement le creuset se remplirait de fonte affinée qui nécessiterait la mise hors. A la première coulée, il faut ajouter beaucoup d'anciennes scories, qui fondent promptement, et échauffent le fourneau d'affinage. Malgré cette précaution, le fond du foyer se recouvre toujours d'une couche de fonte de 1 pouce d'épaisseur, que le creuset, trop froid, a solidifié. Cette fonte s'enlève, dans les opérations subséquentes, à me-

sure que le fourneau s'échauffe. Ce n'est ordinairement qu'après avoir fait quatre et même cinq coulées que le foyer est convenablement chaud. On peut alors, dans un foyer dont nous avons donné précédemment les dimensions, mettre de 1250 à 1350 kil. de fonte à chaque opération.

Si le bottom de la finerie s'est élevé, ce qui résulte ordinairement du refroidissement du fourneau, ou d'une charge trop forte, l'ouvrier doit dans l'opération suivante diminuer la charge ordinaire, de manière à la rendre très-faible, sauf à ajouter de nouvelle fonte pendant l'affinage, s'il en reconnait le besoin. Lorsque cet accident est porté à un certain degré, et que l'on travaille des fontes demi-dures ou tendres, cette diminution du chargement ne suffit pas toujours pour remédier au mal; il faut, dans ce cas, faire un chargement faible des fontes les plus difficiles à affiner (fontes grises ou truitées). Si, par ce moyen, l'ouvrier ne peut parvenir à se rendre maître de cet engorgement, il faut absolument mettre hors; on introduit alors une grande quantité d'eau sur la fonte solidifiée dans le foyer, afin de la rendre cassante, de pouvoir l'enlever peu à peu avec des masses en fer aciéré, et refaire un nouveau bottom.

L'accident contraire arrive ordinairement dans le travail des fontes dures, lorsqu'on emploie une charge trop faible: ces fontes, exigeant pour se transformer en fine-métal un temps trop long, déterminent la fusion des matières qui composent le bottom; on se sert alors, pour y porter remède, d'un moyen opposé à celui employé dans le premier cas; on doit surcharger

un peu en fonte, et surtout en bocages (carcas très-imprégnés de sables qui restent à chaque coulée de la fonte des hauts-fourneaux). Ce moyen réussit presque toujours, surtout si l'on surcharge en même temps en fonte tendre et demi-tendre à affiner.

Néanmoins, si l'on remarquait que le foyer eût une trop grande profondeur, il vaudrait mieux mettre hors et refaire un nouveau creuset; attendu qu'il est défavorable à la qualité et à la quantité du produit, de faire dans une finerie ordinaire des chargemens de 1550 à 1700 kilog. par opération, comme nous aurons occasion de le remarquer plus tard.

On peut aussi se servir, pour corriger le mal qui résulte d'un chargement mal calculé, de scories des opérations précédentes, qui jouissent de la propriété d'avancer l'affinage, ainsi que diverses autres substances dont nous aurons l'occasion de parler.

Il est facile de se rendre compte de ce qui se passe dans les deux cas qui viennent de nous occuper, si l'on se rappelle que, dans un chargement aussi bien fait que possible, l'orifice inférieur des tuyères doit plonger entièrement dans les scories, sans cependant atteindre la fonte qui occupe la partie inférieure; si le chargement est trop fort, la fonte, trop rapprochée de l'orifice de sortie du vent, s'affine trop vite; dès lors la partie trop affinée se rend au bas du foyer où elle se solidifie, parce que ce dernier n'a plus une température suffisante pour la maintenir liquide.

Dans le cas où le chargement est trop faible, le vent, étant obligé de traverser une couche plus épaisse de scories, n'a plus assez d'intensité, lors-

qu'il arrive sur le bain de fonte, pour oxider les matières qui accompagnent cette dernière; alors l'opération est tout-à-fait stationnaire, et les matériaux qui forment le fond du creuset, par leur contact trop prolongé avec la fonte liquide, finissent par se détériorer et fondre assez rapidement.

La manière de disposer la fonte dans le foyer est loin d'être indifférente; elle influe sur la vitesse et la facilité du travail, et aussi sur le déchet. Elle varie suivant la forme et la longueur des gueusets. Lorsque ceux-ci sont trop courts on est obligé de les soutenir avec du combustible, ce qui a l'inconvénient d'en augmenter la consommation : il est en outre presque impossible d'empêcher la masse de fonte, soutenue par le coke qui brûle assez promptement, de tomber en partie au fond du foyer avant d'avoir éprouvé la fusion. Il en résulte que souvent cette chute de matières solides détermine un bouillonnement dans le foyer que l'on a peine à surmonter même en y jetant de grandes quantités d'eau. Une autre difficulté plus grave encore, c'est que le travail devient beaucoup plus long, plus difficile, et donne plus de déchet, l'ouvrier étant obligé d'enlever peu à peu avec le ringard la masse solide qui est tombée au fond du creuset. On voit donc qu'il est bien important de donner à la fonte des dimensions convenables lorsqu'on veut la passer aux fineries.

L'expérience nous a appris, qu'il était plus convenable de donner aux gueusets 1^{m}.25 de longueur, et 0^{m}.08 d'épaisseur.

Avec de telles dimensions, l'on peut employer commodément dans nos fineries ordinaires une

méthode de chargement, qui présente sur toutes les autres des avantages incontestables, pour la célérité et l'uniformité de la marche de l'opération. Cette méthode consiste à remplir le foyer de coke jusqu'à 0m.20 au-dessus des tuyères, à charger ensuite par moitié, de chaque côté latéral du fourneau et sur les tuyères même, la totalité des gueusets nécessaire à une opération. Il reste au milieu du foyer un espace où il n'y a point de fonte; on remplit ce dernier de coke, puis on donne le vent. Il est aisé de saisir le mérite de ce chargement : d'abord la fonte au lieu d'être soutenue par le combustible l'est naturellement par les tuyères, et à mesure que le coke disparaît au milieu du foyer, on le remplace par du nouveau jusqu'à la fin de l'opération; la fonte tombant peu à peu et uniformément sous le vent des tuyères se prépare d'une manière très-prononcée à l'affinage définitif, qui devient simple et commode pour les ouvriers. L'opération marche fort régulièrement et très-vite, aussi le déchet est-il moindre que dans toute autre méthode moins régulière.

Le chargement de la fonte doit toujours être précédé d'un lit d'anciennes scories, destinées par leur fusion rapide à maintenir le fond du foyer à une température convenable, afin que la fonte, qui tombe d'abord peu à peu, ne se solidifie pas au fond; ces scories sont d'ailleurs en tout ou partie nécessaires dans la suite de l'opération, pour transmettre le vent des soufflets au bain de fonte soumise à l'affinage. Toutefois on ne saurait trop recommander aux ouvriers d'être parcimonieux dans l'addition et l'écoulement des

scories pendant la durée d'une opération; elles facilitent le travail des hommes et accélèrent la transformation de la fonte en fine-métal, mais c'est toujours en augmentant le déchet.

Au lieu de scories provenant d'anciennes opérations de fineries, on commet souvent la faute grave d'employer des scories de puddlage, lesquelles sont plus chargées en silice que les scories de fineries même; c'est une nouvelle source de déchet. Il n'en est pas de même des scories provenant du cinglage et des cylindres finisseurs, composées en grande partie d'oxide de fer des battitures. Elles sont généralement plus pures que toutes les autres; elles sont favorables à la production et doivent être employées de préférence, lorsque la nature des fontes le permet; il ne faut pas oublier que ces scories de battitures avancent beaucoup l'affinage et ne doivent pas, par conséquent, être employées dans la conversion des fontes de la 2ᵉ. et de la 3ᵉ. classe en fine-métal.

De la conduite de l'opération.

Aussitôt que la coulée est terminée complétement, les deux aides coupent le vent. Le premier apporte un peu de sable argileux (quelquefois un peu de poussier de coke auparavant) qu'il projette sur le trou de coulée. Le maître fineur tasse ce sable dans le trou, de manière à empêcher la fonte de s'écouler spontanément pendant le travail. Aussitôt les deux aides versent dans le foyer tout le coke enflammé qui est resté sur le devant et le derrière du fourneau; le maître fineur garnit alors la plaque de coulée avec du frasil de coke. Ce poussier est destiné à empêcher la fusion de cet avant-foyer qui n'est refroidi que par la couche d'air qui se trouve

à son contact. Pendant ce temps le deuxième aide a rempli le foyer de coke, jusqu'à $0^{m}.20$ au-dessus des tuyères, et dès qu'il a fini, le premier aide met au-dessus du coke la quantité de scories que le maître fineur lui a désignée. C'est alors que le maître et son premier aide procèdent au chargement de la fonte. Cette partie de l'opération demande vingt-cinq minutes. Le chargement terminé, les aides donnent le vent; mais auparavant le deuxième aide a soin de remplir complétement de coke l'espace intermédiaire compris entre les deux moitiés de fonte qui composent le chargement. Le vent étant remis, on abandonne l'opération à elle-même jusqu'à ce que la presque totalité de la fonte soit tombée en fusion dans le foyer; cette partie de l'opération dure une demi-heure environ : on n'a d'autre soin que de verser au besoin, par devant ou par derrière le foyer, quelques paniers de coke destiné à remplacer celui qui s'est trouvé consommé.

Dans ce laps de temps, le premier aide enlève, avec un râble, les scories qui recouvrent le gâteau de métal de l'opération précédente, lequel est encore rouge; ensuite, il dirige sur ce gâteau une grande quantité d'eau froide, destinée principalement à rendre ce métal facile à casser; cette eau joue en même temps un autre rôle important, elle enlève une grande quantité de soufre, qu'il est aisé de reconnaître à l'odeur d'hydrogène sulfuré que dégage la vapeur d'eau formée.

Il est préférable, comme cela se pratique dans plusieurs usines, de plonger immédiatement la coulée entière, encore rouge sombre, dans une bâche en fonte remplie d'eau; le but que l'on se

propose serait atteint plus complétement, et le nettoyage, comme l'entretien du moule, seraient beaucoup plus simples. On pourrait faire ce dernier, qui ne serait plus mouillé, en bonne fonte grise et on serait dispensé de le revêtir intérieurement d'une couche d'argile, souvent assez épaisse, qui souille toujours beaucoup la partie du fine-métal qui se trouve à son contact.

Lorsque le métal est suffisamment refroidi par le courant d'eau, le maître fineur et ses aides le sortent du moule en deux ou trois fragmens. Aussitôt après, le premier aide, chargé spécialement du moule, enlève les scories et répand quelques pelletées d'argile siliceuse; cette argile, avec l'eau qu'il ajoute, forme une pâte liquide dont il couvre toute la surface du moule, afin d'empêcher l'adhérence du fine-métal. Il s'occupe ensuite de sécher les parties humides avec du coke embrasé ou des scories chaudes, et il balaye le moule afin qu'il soit tout prêt à recevoir la coulée.

Après 25 à 30 minutes de vent, le maître fineur sonde avec le ringard, pour voir si la fonte est tombée dans le foyer. Il soulève les parties non fondues devant le vent des tuyères, et, s'il le juge convenable, il fait sortir en partie les scories qui ont servi à préparer le bain de fusion. Les tuyères, d'obscures ou peu claires qu'elles étaient avant que la masse fondue n'eût atteint le fond du creuset, deviennent brillantes; il faut alors avoir soin de les dégager complétement, afin que tout le vent lancé puisse entrer dans le foyer pendant le reste de l'opération. Ordinairement, après la sortie des scories, le deuxième aide ajoute un ou deux paniers de coke au-desus

de la matière, qui est de nouveau abandonnée à elle-même jusqu'à ce que la fusion soit complète. Alors, au bout de 20 à 25 minutes, le maître fineur commence à travailler dans le foyer avec le ringard. Il pousse ce dernier vers le fond du foyer dans toutes les directions; il soulève les parties solidifiées qui peuvent adhérer au bottom, et, par la liquidité et la chaleur des scories, il juge de la marche de l'opération.

Quand la fusion des matières est complète, le maître fineur est averti que l'opération s'avance, lorsqu'en sondant dans les différentes parties du fourneau (car l'affinage est plus avancé dans certains points que dans d'autres), il s'aperçoit que les scories qui adhèrent à son ringard, au lieu de devenir noires presqu'instantanément, comme cela a lieu tant que l'affinage est encore éloigné de sa fin, persistent au contraire à la couleur *rouge-cerise* pendant quelques instans. Il redouble d'attention, sonde les différens points du fourneau, et enfin, lorsque les scories parfaitement blanches *font l'œil* sur le ringard, c'est-à dire qu'elles se solidifient d'abord en globules arrondis et refondent quelques secondes après, en tournant sur le ringard, (c'est là le grand secret des fineurs), il se prépare de suite à faire la coulée. Pour cela, il frappe, aussi bas que possible, le tampon d'argile qui bouche la coulée; il l'ouvre d'abord légèrement et bientôt le métal commence à couler; l'ouvrier, suivant que les premières portions de fine-métal lancent plus ou moins d'étincelles en l'air, presse ou retarde avec son ringard la sortie des matières en fusion.

Si la portée est bien faite, le fine-métal coule

le premier, et les scories sortent après, suivant l'ordre naturel de densité.

Pendant que les dernières portions de scories coulent du foyer, le premier aide verse sur les matières contenues dans le moule quelques seaux d'eau, destinée à refroidir la coulée et à permettre au maître fineur de nettoyer et de boucher le trou de coulée.

Quelquefois aussi on jette de l'eau sur les scories, dans le but d'empêcher la projection du métal qui bouillonne lorsque le moule a été mal desséché.

Les phénomènes physiques que présentent les produits de l'opération pendant la coulée, offrent en général des signes certains pour juger de la conduite de l'affinage.

Signes pour reconnaître l'état de la coulée. Si le fine-métal dégage peu d'étincelles en sortant du foyer, l'affinage n'a pas été suffisamment prolongé, et par conséquent le produit sera très-peu, ou même pas du tout caverneux. Alors le fine-métal, mal affiné, fond trop vite dans le fourneau de puddlage, exige beaucoup de temps pour se transformer en *cendres* de fer soudable, et donne des déchets considérables : il exige en outre beaucoup plus de travail de la part des puddleurs.

Si le fine-métal dégage une multitude innombrable d'étincelles faibles, blanches, et formant sur toute la surface du bain une sorte de flamme épaisse, qui se résout dans l'atmosphère en une poussière ou vapeur blanchâtre assez abondante, l'opération a été poussée trop loin. Dans ce cas, le fine-métal est entièrement caverneux, malléable, surtout à la partie supérieure; très-

difficile à casser, lors même qu'il a été mouillé à propos; il se rapproche, par l'ensemble de ses propriétés, du fer métallique. Une pareille opération donne toujours beaucoup de déchet, et son produit est, en général, très-difficile à travailler seul dans le puddlage où il ne se fond que très-difficilement. Il est trop disposé à se souder, circonstance qui ne permet pas à l'ouvrier de travailler assez long-temps pour effectuer la séparation des matières impures. C'est surtout dans l'intérêt de la qualité du fer fini que l'on doit éviter d'obtenir un pareil produit, qui d'ailleurs donne toujours un déchet considérable.

Lorsque le fine-métal dégage en sortant du foyer beaucoup d'étincelles assez volumineuses, et lancées à une certaine distance sans être accompagnées de flamme, l'opération a été bien conduite, et le produit est caverneux au quart ou au tiers de son épaisseur. C'est là le point de perfection auquel doivent tendre les efforts des fineurs; car le fine-métal dans cet état est celui qui donne les meilleurs résultats, soit sous le rapport de la quantité et de la qualité du fer, soit sous le rapport de la commodité avec laquelle ce produit se travaille au puddlage.

Après avoir indiqué les signes auxquels on reconnaît les différentes qualités de fine-métal, nous allons rapporter quelques résultats donnés par l'analyse; cela nous fera connaître la composition essentielle de ce composé intermédiaire, et nous mettra à portée d'apprécier jusqu'à un certain point les effets de l'affinage.

	a		b
Soufre.	0163	—	0073
Silicium.	0075	—	0100
Phosphore.	0024	—	0000
Fer et charbon. (par diff.)	9738		9823
	10000		10000

La fonte A qui a produit le fine-métal (*a*) se rapporte à notre troisième classe de fonte; la fonte B qui a produit (*b*) se rapporte à la seconde classe.

		A.		B.
Elles contenaient :	Soufre.	0122	—	0026
	Silicium. . . .	0254	—	0534
	Phosphore. . .	0099	—	0070
	Fer et charbon, (par diff.). .	9525	—	9370
		10000		10000

En comparant les résultats fournis par nos analyses, on voit qu'il y a eu du soufre absorbé pendant l'affinage; c'est un fait que nous avons eu l'occasion de constater un grand nombre de fois. Il n'est cependant pas douteux, selon nous, qu'il y ait du soufre oxidé par le courant d'air; il faut donc que le fine-métal, pendant son contact avec le coke, se soit combiné avec du soufre provenant du sulfure de fer qu'il renferme toujours en assez grande quantité. Sous ce rapport l'affinage anglais est très-défectueux, à moins que l'on ne parvienne à se procurer du coke exempt de soufre, ce qui est très-rare.

A l'égard des autres corps nuisibles (phosphore et silicium), l'influence de l'affinage est

beaucoup plus tranchée, et ne laisse aucun doute sur l'avantage de cette méthode.

L'oxidation du carbone est toujours assez prononcée, et le fine-métal ordinaire n'en retient plus, d'après des analyses de M. Berthier, que 12 à 15 millièmes. Ce métallurgiste remarque que cette composition est absolument celle de l'acier fondu brut. Cependant le fine-métal en diffère beaucoup par les propriétés les plus essentielles : ainsi il ne peut nullement se travailler sous le marteau à chaud; il est peu malléable à froid; sa texture et la propriété qu'il a de se tremper sont les seuls rapprochemens qui, avec la quantité semblable de carbone, le peuvent faire confondre avec l'acier fondu brut. Il ne nous paraît pas douteux que l'on ne puisse obtenir de l'acier fondu dans les fineries; mais aurait-il les qualités que l'on recherche dans ce dernier? C'est ce qui nous paraît peu certain. Il serait toujours difficile de donner à ce produit l'homogénéité convenable, et vraisemblablement la qualité.

L'opération préparatoire que subit la fonte, avant d'être transformée en fer soudable, dans la méthode d'affinage anglaise, est très-dispendieuse, non-seulement à cause du prix même de fabrication et de la consommation en combustible, mais surtout par le déchet plus ou moins considérable qu'éprouvent les diverses qualités de fonte dans leur transformation en fine-métal. Du déchet.

Nous allons examiner les causes principales qui déterminent toujours une perte, qui s'élève de 11 à 16 pour cent dans les fontes de bonne qualité, de 16 à 20 dans les fontes de médiocre qualité ou de la 2e. classe, et enfin de 20 à 28 et même 30 pour cent dans certaines fontes de qua-

lité très-inférieure ou de la 3e. classe. Nous supposerons, comme dans ce qui précède, que les fontes aient été obtenues au coke.

Parmi les sources de déchet, les unes tiennent à la conduite de l'opération, à la disposition du foyer et de ses accessoires, les autres à la nature même des matières premières employées.

Ainsi, un ouvrier habile qui saura maintenir son fourneau à une profondeur convenable par un chargement proportionné, ne dépassera pas le point d'affinage le plus avantageux, et qui disposera son foyer et ses tuyères de manière à rendre l'opération aussi prompte que possible, obtiendra un produit plus considérable que l'ouvrier qui ne prendrait pas toutes ces précautions.

La pression du vent influe sur la quantité du produit, parce que s'il y a défaut de pression, ce qui est assez général, l'opération marche lentement et le déchet est toujours considérable. Ainsi, une certaine qualité de fonte qui nous donna, avec un vent de 1 livre $\frac{1}{4}$ par pouce carré de pression, un déchet de 26 pour cent, ne nous donna plus que 21 pour cent de déchet avec une pression de 1 livre $\frac{3}{4}$; dans le premier cas chaque opération durait 2 heures 45′, et dans le second elle n'exigeait que 2 heures 5′. En général, dans les nombreuses expériences que nous avons eu l'occasion de faire, nous avons pu nous convaincre que le déchet, toutes choses égales d'ailleurs, donné par une certaine qualité de fonte, augmentait toujours avec le temps que l'on mettait à exécuter l'affinage de cette fonte. On conçoit en effet que plus on met de temps à faire une opération, plus on brûle de combustible, dont les cendres, suivant qu'elles sont siliceuses, augmentent

toujours la perte par leur transformation en silicates de fer.

Dans une finerie ordinaire desservie par un maître fineur et deux aides, on peut produire, par un bon travail, de 10 à 12 mille kilogrammes de fine-métal par 24 heures.

Les causes de déchet qui résultent de la conduite même de l'affinage, sont beaucoup moins importantes par leurs résultats, que celles qui tiennent à la nature des matières premières employées; nous allons examine ces diverses causes.

Le coke, suivant qu'il contient des cendres abondantes et siliceuses, augmente le déchet; car ces dernières se transforment toujours en scories, très-chargées d'oxide de fer, aux dépens de la fonte soumise à l'affinage.

Les fontes, suivant quelles renferment une plus ou moins grande quantité de phosphore, de carbone, de silicium, de laitier, et d'autres matières oxidables étrangères au fer, éprouvent une perte considérable, dans leur transformation en fine-métal. Car ces diverses substances passent, pour la plupart du moins, en presque totalité dans les scories pendant l'affinage, et non seulement elles donnent une perte par elle même, mais encore la plupart d'entre elles absorbent une certaine quantité de fer qui se trouve oxidé, en même temps qu'elles, par l'influence du vent.

Le genre de moulage, employé pour la fonte au sortir du haut fourneau, exerce une influence très-considérable sur le déchet aux fineries; dans presque toute les usines, on moule en fonte, dans des rigoles en sable, toujours plus

ou moins fusible, sans y donner le plus ordinairement beaucoup d'attention; c'est cependant une chose très-importante. Car ce sable, soit par simple adhérence soit par scorification, forme une croûte plus ou moins épaisse que l'on ne saurait expulser mécaniquement de la surface des gueuses. Nous avons vu souvent, de la fonte blanche provenant d'une surcharge de minerai, qui sortait pâteuse des hauts-fourneaux, entourée d'une couche de 2 lignes $\frac{1}{2}$ de sable, sur toute sa surface. Cet inconvénient est moins prononcé si la fonte est grise parce que cette dernière se dépouille beaucoup mieux. Afin de constater directement l'influence de ce mode défectueux de moulage, nous avons fait couler moitié par moitié, dans des lingotières en fonte et en sable, une même coulée de fonte, au haut-fourneau.

La fonte coulée en sable a donné, dans nos expériences un déchet de 16 pour cent tandis que la même fonte coulée en coquille, a donné une perte de 11 et demi pour cent.

On ne saurait donc trop recommander de soigner beaucoup cette partie de la fabrication. Dans les localités où on ne pourrait disposer de lingotières en fonte, on devrait ajouter au sable $\frac{1}{7}$ environ de charbon ou coke pilé, cela empêche la fusion et l'adhérence du sable, avec la fonte, mais d'une manière assez incomplète.

Nous avons essayé de substituer la chaux cuite au charbon, mais ce moulage est difficile et ne remplit le but que l'on se propose que bien imparfaitement.

Des moyens que l'on peut employer en grand pour diminuer le déchet de l'affinage par la méthode anglaise.

Seconde partie.

La presque totalité du déchet qui a lieu dans l'affinage aux fineries, provenant de la saturation de la silice par l'oxide de fer produit par l'oxidation de la fonte, nous avons pensé que si l'on pouvait, sans inconvénient grave pour la marche du travail, saturer la silice par une autre base, on diminuerait ce déchet.

Il fallait que les matières destinées à jouer ce rôle fussent à bas prix et faciles à procurer. Il fallait en outre, et c'est la condition la plus essentielle, qu'elles donnassent, par leur combinaison avec la silice, des scories fluides, sans quoi le vent n'aurait pu arriver jusqu'au bain de fonte, et oxider les matières étrangères au fer.

Nous avons d'abord essayé un carbonate de chaux pur; nous savions d'ailleurs qu'on avait employé la chaux en Angleterre, dans un but différent, il est vrai, qui était principalement de désulfurer et déphosphurer le fine-métal.

Dans une opération on mit 20 kil. de ce calcaire avec 1,200 kil. de fonte environ. Les scories, de liquides qu'elles étaient, devinrent très-pâteuses, compactes et de couleur brun rougeâtre. Le travail était long et très-pénible.

Dans les expériences suivantes, on ajouta 15 kil. de ce calcaire, cassé en fragmens de la grosseur d'une noix. Les scories furent moins compactes et le travail, quoique long, devint plus facile. Après quelques tentatives nous reconnûmes qu'il était, sinon impossible, du moins

très-difficile d'exécuter l'affinage de la fonte avec l'addition d'une certaine quantité de ce calcaire.

Nous essayâmes ensuite l'oxide de fer; nous prîmes un minerai de fer peroxidé, anhydre, de richesse très-variable, à gangue quartzeuse et renfermant un peu de peroxide de manganèse et de titane.

Nous en ajoutâmes 20 kil. par charge de 11 à 12 cents kil. de fonte; l'affinage s'effectua à peu près comme à l'ordinaire. Nous allâmes successivement jusqu'à 30 kil. de minerai par chargement, sans remarquer aucune différence avec le travail ordinaire. Les scories étaient extrêmement fluides. Des expériences, douées de toute la précision désirable, nous apprirent qu'il y avait diminution de déchet, mais peu importante. Nous forçâmes un peu le dosage précédent, et nous ne remarquâmes pas de diminution sensible. Cela tenait évidemment à la grande quantité de quartz contenu dans le minerai ajouté; l'affinage était d'ailleurs si rapide que la fonte trop affinée se solidifiait au fond du foyer avant que toute la charge fût fondue.

Il résulte de ces essais, que d'un côté la chaux, par la viscosité qu'elle donne aux scories, retarde l'affinage, et que de l'autre, le peroxide de de fer l'avance beaucoup trop par suite de l'oxigène qu'il abandonne en se transformant en protoxide.

Ce mode opposé d'action, nous a conduits à employer conjointement ces deux substances. Cela permettait d'ailleurs de laisser pendant le travail, une certaine quantité de chaux destinée à faciliter le passage du soufre et du phosphore dans les scories. On a mélangé 10 kil.

de calcaire et 15 kil. de minerai de fer peroxidé. Le travail d'une fonte de médiocre qualité fut prompt et facile; le déchet fut beaucoup moindre que dans les expériences précédentes, où il n'y avait que du minerai de fer ajouté. Les scories, sans être trop visqueuses étaient moins liquides que les scories provenant du travail sans addition de chaux; l'analyse nous montra que cette base y était beaucoup plus abondante que dans les scories ordinaires. En augmentant successivement la dose de ce mélange jusqu'à 30 et même 35 kilog. par charge, dans des expériences multipliées, nous étudiâmes quelle était l'époque de l'opération où il était le plus convenable de faire l'addition. Nous reconnûmes qu'il y avait avantage à fractionner la quantité du mélange en deux parties égales, et à mettre la première moitié avant de charger la fonte dans le foyer, et la seconde à l'instant où la totalité de la charge était presque entièrement fondue et tombée dans le creuset.

Bien que satisfaisans sous le rapport du déchet, nos résultats se trouvaient en partie paralysés, dans leur effet principal, par la grande quantité de quartz que renfermait le peroxide de fer qui entrait dans le mélange.

Nous apprîmes qu'il existait dans les environs un gisement abondant de peroxide de manganèse compact, mélangé accidentellement et en quantité très-variable d'hématite brune, et d'un peu de chaux fluatée cristalline.

Le silicate de protoxide de manganèse, étant très-fluide et presqu'entièrement réductible, son oxide étant plus puissant comme base que l'oxide de fer, nous pensâmes que si l'on substituait ce minerai de manganèse au minerai de fer, dans le

mélange précédent, la grande quantité d'oxigène qu'il fournirait dans l'affinage, avancerait beaucoup l'opération : c'est ce qui est arrivé, et lorsque, dans des essais faits sur des qualités différentes de fonte, nous avons employé cette substance seule, le déchet a été considérablement diminué.

Avec des fontes difficiles à affiner, sous le rapport du temps qu'elles demandent, son emploi est extrêmement avantageux; l'épuration de la fonte est complète, le déchet toujours considérablement diminué, le travail du fine-métal aux fours de pudlage est plus facile, et la qualité du fer fini généralement meilleure.

Avec des fontes peu dures ou très-faciles à affiner, comme le sont les fontes de la troisième classe, il devient impossible d'employer seul le peroxide de manganèse; l'affinage est si prompt, que la totalité de la fonte est à peine fondue, qu'une partie de celle-ci est déjà transformée en fer malléable au fond du creuset. Mais on peut très-commodément, par des mélanges convenables de carbonate de chaux et de peroxide de manganèse, travailler toutes les espèces de fontes que l'on se propose d'affiner; il y a toujours une diminution de déchet très-considérable.

Au lieu de mélanges artificiels de chaux et d'oxide de manganèse, nous avons employé, avec des fontes très-médiocres et souvent caverneuses, un mélange naturel qui remplit le même but. C'est un minerai de peroxide de fer hydraté, très-calcaire, contenant un peu d'argile siliceuse, et accidentellement des indices de cuivre carbonaté bleu et vert. Ce minerai fait partie de la for-

mation oolithique. Il renferme moyennement,

Carbonate de chaux	49,26
Peroxide de fer.	27,92
Peroxide de manganèse. . . .	2,33
Silice un peu argileuse.	15,80
Eau.	3,92
Carbonate de cuivre.	traces peu sensibles.
	99,23

L'emploi de ce minerai aux fineries, dans le but diminuer le déchet, est fort avantageux. On peut à la rigueur l'employer avec les fontes de la deuxième classe; mais c'est véritablement avec les fontes de la troisième classe qu'il convient le mieux, par cela même qu'il ralentit l'affinage et permet aux ouvriers de conduire l'opération plus facilement.

Il faut éviter de l'employer avec les fontes de la première classe, parce qu'alors l'affinage est encore beaucoup plus long que si l'on travaillait sans addition. Il vaut mieux sous tous les rapports lui substituer l'oxide de manganèse, ou même l'oxide de fer seul, qui corrige très-sensiblement la lenteur de l'affinage de ces fontes dures.

Afin de faire apprécier l'avantage de cette manière de travailler avec addition de substances propres à diminuer le déchet et à faciliter le travail de toutes les qualités différentes de fonte, nous allons rapporter ici quelques-unes de nos expériences. Quoique partielles, ces dernières sont confirmées par des roulemens très-considérables; et les mêmes expériences répétées récemment par M. Pillet-Will, administrateur de la compagnie de l'Aveyron, ont donné des résultats qui concordent avec ceux que nous avions obtenus.

La fonte qui nous a servi dans l'expérience suivante doit être rapportée à la troisième classe; elle est en général parsemée de cavités à l'intérieur, mélangée de laitier et recouverte d'une couche de sable assez épaisse; travaillée *seule ou avec addition* elle a donné les résultats suivans, qui sont la moyenne de trois expériences différentes :

	Fonte livrée.	Fine-métal obtenu.	Durée moyenne d'une opération.	Déchet p. 100.
1re. série. (sans addition).	kil. 3621	2600 kil.	1 h. 15'	28. 18
2e. série. avec 120 kil. de minerai.	3621	Travaillée avec addition de 120 kil. de minerai de fer calcaire ou 40 k. chaque opération, nous avons eu. 2960	1 h. 26'	18. 25

Une fonte blanche compacte et de meilleure qualité que celle qui avait servi aux expériences précédentes, nous a donné les résultats suivans en quatre expériences différentes :

	Fonte.	Fine-métal obtenu.	Durée moyenne d'une opération.	Déchet p. 0/0.
1re. série. (sans addition.)	k. 4415	3660 k.	1 h. 48'	17. 15
2e. série, même fonte, avec 100 kil. de minerai de manganèse.	k. 3395	2935	1 h. 36'	13. 54

On pourrait croire que le fine-métal obtenu par ce procédé d'addition est moins pur que l'autre, exige plus de travail dans les opérations suivantes, que l'on consomme plus de combustible pour obtenir le fer fini, et que sa qualité n'est pas aussi belle; les résultats suivans prouveront le contraire.

Afin de rendre ces résultats comparables, nous avons disposé de la même qualité de fonte provenant des mêmes coulées. La fonte était blanche et de qualité généralement passable. Chacune des trois séries suivantes exprimera les résultats moyens de quatre expériences différentes :

Addition de	Fonte.	Fine-métal obtenu.	Coke consommé	Temps pendant lequel on a soufflé.	Déchet p. o/o.	Pour produit 1000 k. de fine-métal on a brûlé en coke.
	A. k.	B.	C.	D.	E.	F.
1re. série. 0	4885	3890	2724	8 h. 20′	20.36	700 k.
2e. série. minerai calcaire. 160 k.	4553	3876	2724	7 h. 55′	14.86	704
3e. série. mine de manganèse. 160 k.	5550	4758	3013	8 h. 40′	14.27	633

D'après cela, la durée moyenne, pour produire 1000 kil. de fine-métal, est pour la 1re. série 2 h. 7′
id. 2e. série 2 h. 2′
id. 3e. série 1 h. 55′

1re. série, ou sans addition.	Au puddlage elle a donné, déchet pour 100 du fine-métal.	18.7
	Au 1er. corroyage.	10.71
	Au 2e., *id*..	8.73
2e. série, ou minerai calcaire.	Au puddlage pour 100 de fine-métal, elle a donné, déchet. .	18.90
	Au 1er. corroyage, *id*.. . .	10,21
	Au 2e., *id*.	7,93
3e. série, ou minerai de peroxide de manganèse.	Au puddlage, pour 100 de fine-métal, elle a donné déchet. . .	16.51
	Au 1er. corroyage, *id*. . .	8.67
	Au 2e. *id*.	6,66

D'après l'ensemble de ces résultats, on voit que le travail avec addition est avantageux sous tous les rapports, ainsi :

Dans le travail sans addition, 100 de fonte produisent,
Fer fini. 53,25
Avec minerai calcaire, 100 de fonte donnent . . . 57.09
Avec minerai de manganèse, *id.* 60.92

La qualité du fer fini obtenu dans la première série était généralement bonne; le fer était tenace et assez nerveux. Celle du fer obtenu avec le minerai calcaire s'en rapprochait beaucoup, cependant sa cassure était plus fibreuse et plus homogène. Il était au moins égal en qualité au fer obtenu sans addition. Le fer obtenu avec le minerai de manganèse était de qualité beaucoup supérieure aux deux précédens, le nerf était très-apparent et le fer très-bien soudé. Les déchets considérables du puddlage et des chaufferies tenaient principalement à la nature très-fusible des matériaux que l'on avait employés dans la construction des fours, plutôt qu'à l'ouvrier habile qu'on avait chargé de tous ces essais. Aujourd'hui que les matériaux sont de meilleure qualité, les déchets sont beaucoup diminués.

Puisque les substances dont nous avons parlé, employées aux doses que nous avons indiquées, jouissent de la propriété de diminuer considérablement le déchet qu'éprouve la fonte dans sa transformation en fine-métal, ne serait-on pas en droit d'espérer qu'en les employant en plus grande quantité, on pourrait annuler complétement le déchet de l'affinage, et pratiquer ainsi une méthode de traitement direct et mixte de certains minerais de fer riches et purs?

Il n'en est pas ainsi, comme nous nous en

sommes assurés par des expériences multipliées. Jusqu'à la dose de 800 kilog. par charge de 1200 kilog., nous avons employé très-avantageusement un minerai de fer hématite brun parfaitement pur; il donna, avec une fonte d'assez bonne qualité, un déchet de 10 $\frac{1}{4}$ p. 100, tandis que la même fonte, travaillée seule, eût donné un déchet de 16 p. 100.

Le même minerai, employé dans la même circonstance à la dose de 180 kilog. par chaque opération, donna un déchet de 14 1/2 p. 100. Les scories étaient extrêmement riches en fer, l'opération était très-difficile à conduire, parce que l'affinage était trop rapide. Nous pensâmes alors que le mode d'action des substances que nous ajoutions consistait en une substitution simple de l'oxide de fer, et non pas en une transformation de ce dernier en fine-métal dans le travail ordinaire. Ce qui nous confirma dans cette opinion que la réduction complète de l'oxide de fer est impossible, au moins d'une manière bien sensible dans l'affinage ordinaire, c'est que l'oxide des battitures, que nous substituâmes au peroxide de fer en grande proportion, donna des résultats qui étaient sensiblement les mêmes; dans ce dernier cas il ne pouvait y avoir oxidation. La qualité du fer fini, obtenu dans ce dernier essai, était peu satisfaisante.

Comme on le voit, la réduction n'aurait lieu, ainsi que dans les foyers catalans, qu'autant qu'il y aurait excès de combustible, ce qui ne peut exister dans le travail ordinaire. Cela démontre la nécessité où l'on est de ne pas dépasser certaines limites, dans l'addition de l'oxide de fer, si l'on ne veut pas perdre l'avantage que l'on a

droit d'en attendre quand il est employé convenablement. Il en est de même pour le minerai calcaire; l'inconvénient que présente cette substance lorsqu'on l'emploie en très-grande proportion, à la dose de 160 à 180 kilog., c'est que les scories sont trop peu fluides et que l'affinage est extrêmement lent. Nous l'employons avec beaucoup d'avantage à la dose de 80 kilog. par charge.

Le peroxide de manganèse, avançant extraordinairement l'affinage, ne peut s'employer à la dose de 100 à 140 kilog. que dans le cas où on affine des fontes très-lentes à affiner; autrement il oxide si puissamment, que l'on ne pourrait en mettre qu'en beaucoup plus faible proportion, si la fonte s'affinait un peu vite.

Ainsi, on peut diminuer le déchet de l'affinage par des additions convenables d'oxide de fer ou de manganèse avec du calcaire; ces substances neutralisent mutuellement leurs effets nuisibles à la marche de l'opération, tout en concourant à un but commun, à l'augmentation dans le rendement de la fonte. Cette méthode offre aux ouvriers des ressources nouvelles qui facilitent le travail de toutes les espèces de fonte, sans nuire à la qualité du fer fini, qui nous a toujours paru supérieure dans le travail avec addition.

Sur la composition des produits divers qui se forment pendant l'affinage de la fonte par la méthode anglaise.

La composition des scories est-elle la même à toutes les époques de l'affinage? la solution de cette question, étudiée antérieurement par plusieurs métallurgistes, nous intéressait sous tous les rapports, puisque l'on est obligé d'ajouter à chaque opération des scories obtenues précédemment, et que ces dernières peuvent déterminer une augmentation de déchet et donner un produit utile impur lorsqu'elles ne sont pas convenablement choisies Le tableau ci-dessous indique la composition des scories recueillies aux diverses époques de l'opération.

	A	B		C	
Soufre.	0062	0040	0058	0030	0033
Acide phosphorique.	0292	0262	0290	0382	0440
Silice.	2880	2530	2640	2600	2830
Protoxide de fer.	5940	6502	6280	6100	5940
Protoxide de manganèse.	0360	0222	0290	0124	0106
Chaux.	0290	0144	0150	0340	0210
Magnésie.	0170	0208	0140	0364	0310
	9994	9908	9848	9940	9869

A représente la composition d'une scorie qui coule pendant le travail, immédiatement après que la fonte soumise à l'affinage est fondue et tombée dans le creuset.

B est la composition d'une scorie qui coule, avec le fine-métal, après que l'affinage est terminé.

La scorie A est beaucoup plus chargée de soufre, de phosphore et de silicium, et surtout plus pauvre en protoxide de fer, que la scorie B, dont

nous avons fait deux analyses. Il résulte de là, qu'il est essentiel de n'ajouter, dans les opérations subséquentes, que les scories qui sortent après la coulée, et de rejeter comme trop impures celles qui coulent pendant le travail et surtout au commencement.

Les deux analyses représentées en C ont été obtenues sur des mélanges de scories recueillies à toutes les époques de l'affinage et par un bon travail. Elles représentent, selon nous, la composition moyenne des scories qui se forment habituellement dans le travail des fineries, et donnent pour le rapport de la silice à l'oxide de fer, $\frac{2}{5}$; c'est-à-dire que 100 de silice, pour se transformer en scories ordinaires, exigent 222 de protoxide de fer qui correspondent à 171 $\frac{2}{3}$ de fer métallique. Ce résultat suffit pour montrer combien il est important d'éviter que la fonte ne soit souillée de sable ou de matières argileuses quelconques.

On peut remarquer que la quantité de soufre contenu dans les scories est en général très-faible, comparativement à celle qui existe toujours dans le fine-métal, avec lequel on les a obtenues. Ne pourrait-on pas conclure, sachant d'ailleurs combien le sulfure de fer ordinaire est facilement décomposé par l'action oxidante des fourneaux à réverbère, que le vent violent des fineries est peu propre à oxider le soufre.

Il n'en est pas ainsi du *silicium* et surtout du *phosphore*, comme l'a déjà observé M. Berthier pour les scories de forges ordinaires; ces deux substances sont, au contraire, facilement oxidées et entraînées dans les scories.

Nous avons cherché à établir comment agis-

saient les différentes substances que nous avons ajoutées dans le travail des tineries, soit pour diminuer le déchet, soit pour faciliter l'épuration de la fonte soumise à l'affinage. Afin d'avoir des résultats comparables, nous avons fait travailler une même qualité de fonte dans les différentes opérations où nous avons recueilli les produits dont nous allons rapporter la composition.

	C'	D'	E'
Soufre	0031	0067	0054
Acide phosphorique	0411	0394	0466
Silice	2715	3125	2860
Protoxide de fer	6020	4865	5406
Protoxide de manganèse	0115	0335	1069
Chaux	0275	1153	0060
Magnésie	0337	0065	0071
	9904	10004	9932

Soufre	0072	0063	0066	0043
Acide phosphorique	0368	0420	0452	0480
Silice	3180	3070	2820	2900
Protoxide de fer	4730	4900	5433	5380
Protoxide de manganèse	0410	0260	1031	1108
Chaux	1120	1186	0050	0070
Magnésie	0130	»	0034	»
	10010	9899	9886	9981

C' représente la moyenne des deux analyses C du premier tableau. Les scories qui ont donné ces résultats proviennent de l'affinage, *sans addition*, d'une fonte blanche grenue et ayant déja éprouvé un commencement d'affinage, dans le haut-fourneau. Les laitiers qui l'accompagnaient étaient noirs, ce qui annonçait une surcharge en minerai. La production jour-

nalière du haut-fourneau était alors de 7 mille k. par 24 heures.

D' représente la composition moyenne des scories obtenues avec addition de 80 kil. de minerai calcaire de fer peroxidé anhydre.

E' représente la composition des scories fournies par la même fonte, avec addition de 80 kil. de minerai anhydre de peroxide de manganèse mélangé de fer hématite.

Si l'on compare la scorie *C* avec chacune des scories *D'* et *E'*, on voit que la première, obtenue *sans addition*, contient beaucoup moins de silice que chacune des deux autres et surtout que la scorie *D'*, c'est-à-dire qu'elle est beaucoup plus riche en fer, et doit par conséquent être accompagnée d'un plus grand déchet. Cela nous paraît tenir à ce que l'oxide de manganèse, et surtout la chaux, ont pour la silice une capacité de saturation plus grande que l'oxide de fer.

Relativement au *phosphore*, on peut remarquer qu'il y a peu de différence entre les trois espèces de scories. Il n'en est pas de même du *soufre*, les scories *D'* et *E'* en contiennent une quantité presque double de la quantité contenue dans la scorie C'. On peut présumer, d'après cela, que l'oxide de manganèse jouit, ainsi que la chaux, de la propriété de faire passer dans les scories, non-seulement le phosphore mais même le soufre, que renferment les fontes soumises à l'affinage.

Nous allons rapporter maintenant divers résultats d'analyses que nous avons obtenus sur les produits utiles de l'affinage. Cela nous permettra d'étudier plus directement encore l'influence qu'exercent dans cette opération la chaux, l'oxide de manganèse et l'oxide de fer, comme substances propres à épurer.

	m.	m′	m″	m‴
Soufre.	0062	00763	0031	00315
Silicium du sable. .	0166	00695	0043	00395
Phosphore.	0062	00030	traces indosables.	traces sensibles.
Fer et charbon. . .	9710	98510	9926	99290
	1,0000	1,00000	1,0000	1,00000

Chacune des analyses m, m', m'', m''', représente la moyenne de plusieurs analyses faites sur les mêmes échantillons.

m représente la composition moyenne de la fonte qui a servi à donner les différens produits m', m'' et m'''. Cette fonte coulée au sortir du fourneau, dans des lingotières en fonte grise, donne un déchet de 15 p. 100 à l'affinage au coke, sans addition de minerai. Elle est assez pure quoique provenant d'une surcharge en minerai.

m' donne la composition du fine-métal obtenu, sans addition, avec la fonte précédente.

Remarquons, avant d'aller plus loin, que ce produit contient plus de soufre que la fonte dont il provient. C'est un fait que nous avons eu l'occasion de constater un bon nombre de fois par l'analyse.

m'' est le fine-métal obtenu, en affinant la fonte m du minerai de peroxide de fer très-calcaire.

m''' est le fine-métal obtenu en affinant la même fonte m avec du minerai de peroxide de manganèse.

Quoique les trois espèces différentes de fine-métal m', m'' et m''' ne présentent dans leur composition particulière que de petites différences, il

est aisé de voir que m', qui provient du travail de la fonte m affinée sans addition est cependant sensiblement moins pur sous tous les rapports, que chacun des deux autres produits m'' et m''' obtenus avec la même fonte, affinée avec addition de minerai de fer calcaire et de minerai de manganèse.

L'ensemble des faits docimastiques que nous avons indiqué peut être résumé de la manière suivante :

1°. Les scories d'affinage qui coulent au commencement du travail sont plus pauvres et plus impures que celles qui coulent à la fin ; on doit conséquemment prendre ces dernières de préférence pour les ajouter dans les opérations subséquentes.

2°. La silice exigeant, pour se transformer en scories, une grande proportion de fer, on doit éviter que la fonte soumise à l'affinage soit souillée à sa surface d'argile ou de matières siliceuses.

3°. Le soufre passe difficilement, ou du moins en très-petite quantité dans les scories, pendant l'affinage de la fonte par la méthode anglaise. Le silicium et le phosphore, au contraire, sont oxidés en presque totalité par le vent violent des fineries, et se séparent facilement de la fonte dans cette circonstance.

4°. La diminution du déchet qui a lieu dans l'épuration de la fonte aux fineries, lorsqu'on ajoute en même temps du minerai de peroxide de fer calcaire et de minerai de manganèse, ne nous paraît pas seulement résulter de ce qu'il y a, pour saturer la silice, substitution simple des bases ajoutées à l'oxide de fer qui se formerait naturellement aux dépens de la fonte ; mais nous sommes assez dis-

posés à croire qu'elle est due à ce que le protoxide de manganèse et surtout la chaux, à poids égal de protoxide de fer, peuvent saturer une beaucoup plus grande quantité de silice.

5°. Les scories de fineries ordinaires sont moins chargées de soufre que celles qu'on obtient avec addition de minerai calcaire et de minerai de peroxide de manganèse.

L'oxide de manganèse jouit ainsi que la chaux de la propriété de séparer de la fonte, non-seulement le phosphore, mais encore le soufre. On doit l'employer de préférence à la chaux partout où cela est possible, attendu qu'il donne des scories plus fluides; il est d'ailleurs plus favorable à la séparation des matières impures qui souillent le fer.

6°. Dans l'affinage de la fonte au coke, il y a presque toujours du soufre absorbé par le fine-métal dans le contact de ce dernier avec le combustible qui en renferme toujours plus ou moins abondamment.

7°. Le fine-métal obtenu avec addition de substances propres à diminuer le déchet, est toujours au moins aussi pur s'il ne l'est davantage, que celui obtenu par le travail ordinaire; la bonne qualité des fers obtenus par ce mode de traitement confirme ces résultats.

FREIN

Établi sur la mine de houille du grand Gourdmarin, près Rive-de-Gier (Loire), pour conduire la houille au chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon.

Par E. Marsais, ancien élève de l'école des mineurs de Saint-Étienne.

Ce frein, représenté pl. IX, est établi à la tête d'un plan incliné, qui a 22^m. de hauteur verticale sur 66^m. de longueur. L'axe du tambour vertical est à une distance de 16^m. du commencement de la rampe. Les wagons du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon montent cette rampe à vide, entraînés par le poids des wagons pleins descendans, qui ont été chargés à son sommet. Ceux-ci portent 40 hectolitres de houille pesant chacun 85 kilog., le poids du wagon vide est de 1200k., ce qui fait pour le poids total d'un wagon chargé 4600 k. L'inclinaison considérable de la rampe nécessitait, comme on voit, l'emploi d'un frein très-puissant et d'une manœuvre facile. Celui établi par M. Marsais réunit à ces conditions l'avantage d'être d'une construction facile et économique. La planche IX, et les indications suivantes suffiront pour l'intelligence de l'appareil.

MN fig. (1), est le niveau du sol.

CF, fosse muraillée et voûtée dans laquelle on descend par l'ouverture EF.

GH, forte pièce de bois qui supporte le tambour et son axe pendant que le tambour tourne.

Cette pièce est portée par un axe en fer projeté en O. Elle peut être soulevée en tournant autour de ce point, au moyen de la chaîne en fer IK, du levier KL, et du tour à manivelle T.

L'arbre vertical du tambour est porté sur une crapaudine placée sur la pièce GH; l'axe en fer placé à la partie supérieure peut monter ou descendre de un ou deux pouces dans la boite qui le reçoit.

VU est une meule en grès fixée vers la partie inférieure de l'arbre du tambour, et tournant avec lui. Lorsque la pièce de bois GH est horizontale, cette meule vient reposer sur une autre meule fixe V'U', muraillée dans la voûte de la fosse, et reposant sur les murs latéraux dont elle est revêtue. Cette dernière est percée d'un trou à son centre pour laisser passer l'extrémité inférieure de l'arbre vertical du tambour.

R, rouleau en fonte pour renvoyer la corde dans l'axe du chemin de fer.

S, poulie.

La fig. (2) est un plan du frein dans lequel les mêmes lettres désignent les mêmes objets; on a supposé la partie supérieure de la voûte enlevée pour laisser voir la pièce de bois qui porte le tambour.

La fig. (3) est une projection sur un plan vertical perpendiculaire au plan de la fig. (1), du tour à manivelle et des poteaux entre lesquels se meut l'extrémité L du grand levier KL.

Lorsque l'appareil ne fonctionne pas, la pièce de bois GH est à peu près horizontale; le pivot de l'arbre vertical du tambour ne repose pas sur la crapaudine portée sur cette pièce, et tout l'appareil est porté par la meule VU, qui repose sur

la meule fixe V′U′. Lorsque l'on veut mettre le tambour en mouvement, un homme, agissant sur la manivelle du tour T, soulève la pièce de bois GH, qui tourne autour du point O. Le tambour est soulevé et ne porte plus alors sur la meule, mais sur son pivot. Quand on veut arrêter la marche des wagons, il suffit de laisser retomber la herse GH. Le frottement de la meule VU, sur la meule fixe, a bientôt détruit le mouvement. Le poids de la meule, du tambour et de toutes les parties supportées par la herse est d'environ 6000 kilogrammes.

Si nous désignons par P ce poids, par f le rapport du frottement à la pression, on sait qu'en négligeant le diamètre de l'arbre qui traverse les deux meules, le frottement équivaut à une force fP appliquée aux $\frac{2}{3}$ du rayon de la meule tournante. Il est probable que le rapport f est ici égal au moins à 0,50, ce qui donne 3000 k. pour l'intensité de la force qui tend à détruire le mouvement. Aussi le frein que nous décrivons arrête-t-il en très-peu d'instans, sur la rampe, un wagon chargé de 40 hectolitres de houille, ayant acquis une vitesse de 3 mètres par seconde, et remontant seulement la corde à laquelle on n'a point attaché de wagon vide. La résistance du câble et des crochets d'attache doit être assez considérable pour qu'ils ne puissent pas être rompus au moment où on laisse retomber la herse pour détruire le mouvement. La tension du câble descendant est augmentée dans cet instant de tout l'effet du frottement des meules, de sorte qu'en désignant par T l'augmentation de tension qu'éprouve alors le câble, par R le rayon de la meule, par r le rayon du tambour, on a : $Pf \times \frac{2}{3} R = T \times r$.

Cette tension T s'ajoute à la tension primitive qui, dans le cas du mouvement uniforme des wagons montans et descendans, serait égale à la composante du poids des wagons chargés descendans, parallèle à l'inclinaison de la rampe, abstraction faite des résistances passives dues au mouvement des wagons.

ANALYSES

De substances minérales. (Extraits.)

(Travaux de 1832.)

1. *Analyse de l'*Eau de Rio-Vinagre; par M. Boussingault. (Ann. de Ch., t. 5, p. 107.)

Le Rio-Vinagre prend naissance près des bouches du volcan de Puracé, à une élévation d'environ 4300 mèt.; l'eau en est d'une limpidité parfaite; sa densité est de 1,0015 : elle possède une saveur acide très-prononcée, mêlée d'une astringence qui décèle un sel alumineux. Mise sur de la limaille de zinc, elle occasione un dégagement sensible de gaz hydrogène.

J'y ai trouvé :

Acide sulfurique	0,00110	0,00289
Acide hydrochlorique	0,00091	
Alumine	0,00040	
Chaux	0,00013	
Soude	0,00012	
Silice	0 00023	
Oxide de fer, magnésie	traces	

On peut représenter sa compostion ainsi qu'il suit :

Sulfate d'alumine	0,00131	0,00288
Sulfate de chaux	0,00031	
Chlorure de sodium	0,00022	
Silice	0,00023	
Acide hydrochlorique	0,00081	

Mais ce n'est là qu'une supposition; car il est même probable que c'est plutôt à l'acide sulfu-

rique qu'à l'acide muriatique que l'eau doit son acidité.

---

2. *Recherches analytiques sur les* EAUX MINÉRALES *de Passy près Paris*; par M. Henry fils. (J. de Pharm., t. 18, p. 409.)

Il existe dans l'établissement de Passy cinq sources, dont trois situées à mi-côte et à 18 ou 20 pieds environ au-dessous du sol, sont appelées *eaux ferrugineuses nouvelles*; les deux autres, placées au-dessous de la chaussée, sont *les Eaux Anciennes*. Ces eaux contiennent toutes plus ou moins de fer, et paraissent provenir de la décomposition des pyrites.

L'eau de la source nouvelle, n°. 1, coule dans un bassin placé au bas de l'entrée du caveau que l'on rencontre à mi-côte de l'établissement. Elle est irisée à la surface et produit un dépôt ocracé abondant.

La source nouvelle, n°. 2, est située au fond du caveau; l'eau qu'elle fournit est très-limpide, mais ne tarde pas à se couvrir de taches rougeâtres et d'une couche irisée; sa saveur est très-atramentaire.

Les sources anciennes, n°s. 1 et 2, sont placées au bas de la côte et au-dessous de la chaussée; l'eau est reçue dans deux espèces de puits. La source de droite, n°. 2, est plus ferrugineuse que la source de gauche.

L'eau de ces quatre sources m'a donné à l'analyse les résultats suivans :

	SOURCES NOUVELLES.		SOURCES ANCIENNES.	
	n°. 1.	n°. 2.	n°. 1.	n°. 2.
Sulfate de chaux . . .	0,001536	0,002774	0,001620	0,002800
Sulfate de magnésie .	0,000200	0,000300	0,000017	0,000053
Sulfate de soude . .	0,000280	0,000340		
Sulfate d'alumine . .	0,000110	0,000248	trace.	trace.
Sous-trito-sulfate de fer.	0,000456	0,000412	0,000039	0,000077
Chlorure de sodium .	0,000260	0,000060	0,000053	0,000050
Chlorure de magnésium	0,000080	0,000226	0,000153	0,000210
	0,001922	0,004360	0,001882	0,003190

Elles renferment en outre une trace d'alun, de carbonate de chaux, de matière organique et de silice, et une très-petite quantité d'azote et d'acide carbonique.

---

3. *Nouvelles recherches sur l'*EAU NATURELLE DE BARÈGES, *et sur l'*hydrosulfate de soude, *exécutées dans le but de perfectionner la préparation des eaux sulfureuses artificielles*; par Félix Boudet. (J. de Pharm., t. 18, p. 57.)

M. Anglada a fait voir que l'hydrosulfate de soude cristallisable est l'ingrédient essentiel de la plupart des eaux naturelles sulfureuses. Cet hydrosulfate a bien réellement la composition que M. Anglada lui assigne. J'y ai trouvé :

Soude.	0,6465	— 1
Acide hydrosulfurique.	0,3535	— 1at.
	1,1000	

et il renferme 0,598 d'eau ou 8 at. En le con-

sidérant comme sulfure de sodium, il contiendrait 9 at. d'eau cristalline. Dans le vide, près de l'acide sulfurique, il abandonne 4 at. d'eau. Le meilleur moyen de le préparer consiste à faire passer lentement de l'hydrogène sulfuré dans une dissolution de soude caustique marquant 36° à l'aréomètre; le sel se dépose en masse cristalline incolore. Un excès d'hydrogène sulfuré le changerait en bi-hydrosulfate incristallisable.

J'ai recherché la quantité totale de matières salines contenues dans l'eau de Barèges naturelle. D'après mes expériences et celles de MM. Borgellart et Anglada, cette eau doit contenir :

Carbonate de soude cristallisé. . .	0,000091
Chlorure de sodium.	0,000015
Hydrosulfate de soude cristallisé. .	0,000212
	0,000318

4. *Note sur le* NITRATE DE SOUDE DU COMMERCE; par M. Le Canu. (J. de Pharm., t. 18, p. 102.)

On trouve maintenant abondamment dans le commerce du nitrate de soude du Chili. Ce sel est composé de :

Nitrate de soude. .	0,96698	1,00000
Chlorure de sodium.	0,01302	
Eau.	0,02000	

Il contient en outre des traces de sulfate alcalin et de sel calcaire.

5. *Sur le principe colorant du* QUARTZ CORNALINE; par M. Gaultier de Claubry. (Ann. de Ch., t. 49, p. 436.)

Dufay a fait voir qu'en chauffant la cornaline

seule, à une température assez élevée, elle n'éprouve aucune altération; mais que, si on couvre sa surface d'un ciment contenant du fer, elle se décolore dans tous les points couverts de ciment, de sorte que l'on peut, par ce moyen, tracer des dessins sur la cornaline et produire des effets variés en la travaillant ensuite sur la roue du lapidaire. Ces faits m'ont porté à penser que cette pierre était colorée par une substance organique, et j'ai trouvé en effet qu'elle donne de l'acide carbonique avec le deutoxide de cuivre, et qu'étant chauffée seule dans une cornue de porcelaine, elle devient grisâtre, perd 0,01169 de son poids, et laisse dégager un liquide acide, d'une odeur très-prononcée d'huile pyrogénée et un gaz en partie soluble dans la potasse.

---

6. *Analyse de la* STALACTIQUE SILICEUSE *du Geyer, en Islande*, par M. Kersten. (J. de Schweiger Seidel, 1832.)

Le morceau que j'ai analysé formait une concrétion turberculeuse de $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur. Il était blanc, translucide, et même transparent dans quelques parties. Sa pesanteur a été trouvée de 2,15. Il ressemblait à l'hyalite. La chaleur le fendille et lui fait perdre sa transparence. Il a donné à l'analyse :

Silice.	0,9401	0,9981
Alumine.	0,0170	
Eau.	0,0410	
Chlore et fer.	trace.	

Je n'y ai pas aperçu la moindre trace d'acide borique.

---

7. *Sur la silice gélatineuse de Ceyssat et de Randanne, département du Puy-de-Dôme*; par M. J. Fournet, directeur des mines de Pont-Gibaud. (Ann. de l'Auvergne.)

Pline, Strabon et Vitruve font mention d'une terre susceptible de former des briques flottantes et dont on connaissait des gisemens en Etrurie et en Espagne. Fabroni reconnut, près de Santa-Fiora, sur le territoire de Sienne, la terre présumée des anciens; il l'analysa et en fit faire, en la mêlant avec $\frac{1}{20}$ d'argile, des briques qui surnagèrent l'eau. À la même époque, Faujas, en France, avait découvert la même terre dans le département de l'Ardèche. Enfin je viens de signaler deux nouveaux gisemens de cette terre, l'un au village de Ceyssat, situé sur l'ancienne voie romaine qui conduisait de Clermont à Limoges; l'autre dans la prairie de Randanne, chez M. le comte de Montlosier.

Ces gisemens, que j'attribue à la silice gélatineuse contenue dans les eaux minérales de l'Auvergne, qui l'auront déposée comme le font encore les eaux jaillissantes du Geyser en Islande et celles du Mont-Dore, présentent une terre d'un blanc légèrement jaunâtre, complétement friable, traçant en blanc comme la craie, réductible en farine impalpable sous la pression des doigts, et remplissant l'air de petits nuages légers à la moindre agitation de l'atmosphère. Cependant à Randanne elle est beaucoup plus chargée de résidus végétaux qu'à Ceyssat.

Elle polit l'argent; et, calcinée dans un creuset brasqué à la température des essais de fer, elle acquiert assez de cohérence pour polir l'acier.

Mêlée avec $\frac{1}{20}$ d'argile blanche réfractaire, on

en a fait des briques qui, cuites au four à tuiles, en sortirent blanches, sonores et d'une légèreté telle que leur pesanteur spécifique n'était que de 0,595. Ces briques se laissaient tailler au couteau, on y a pratiqué des cavités avec divers reliefs; l'étain fondu en prit complétement l'empreinte et s'en détacha facilement; les orfèvres pourraient donc s'en servir en guise d'os de seiche pour y sculpter le moule des pièces de toute dimension qu'ils veulent fondre. On conçoit également combien une silice aussi divisée serait avantageuse pour une verrerie. Les briques absorbaient l'eau avec avidité, aussi ne faut-il pas espérer les voir surnager, si elles ne sont enduites d'une couche de suif, de cire ou d'autre vernis imperméable. Cette porosité jointe à leur insolubilité permettrait de les employer à la fabrication de vases à filtrer pour diverses liqueurs, entre autres pour les acides et à celles des alkarazas.

L'analyse de cette terre a donné :

Eau, acide carbonique, matière orgnique.	10,00	100,00
Sables divers trouvés par décantation. .	0,80	
Silice gélatineuse pure.	87,20	
Fer et alumine.	2,00	
Chaux et magnésie.	traces.	

On ne peut expliquer la solubilité de la silice gélatineuse dans les alkalis et leurs carbonates que par un état isomérique.

Il paraît exister encore un autre état isomérique de la silice qui se reconnaît dans certains mineraux tels que l'émeraude, la cymophane, la tourmaline à base de lithine, et le lapis lazuli. Dans ceux-ci la silice est, d'après Berzélius, soluble dans le phosphate de soude au chalumeau, réactif dans lequel les deux autres états se montrent presque

insolubles; et, ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'aux environs de Pont-Gibaud, on trouve des émeraudes disséminées dans une tourmaline dont la silice est dans ce cas, tandis que celle de la tourmaline est au contraire insoluble.

---

8. *Analyse de plusieurs* VERRES *de différentes sortes*; par M. Berthier. (Ann. de Ch., t. 44, p. 433.)

Je partagerai en quatre espèces les verres dont je rapporterai l'analyse dans cet article : 1°. les *verres blancs* ; 2°. les *verres à pivette*; 3°. les *verres à bouteilles*; 4°. et les *cristaux*.

Verres blancs. Voici la composition de cinq verres de cette espèce :

	Nemours. (1)	Bohême. (2)	Venise. (3)	Tubes. (4)	Tubes. (5)
Silice.	0,720	0,717	0,686	0,734	0,692
Chaux.	0,064	0,103	0,110	0,042	0,076
Potasse.		0,127	0,069	0,172	0,158
Soude.	0,170	0,025	0,081		0,030
Magnésie.			0,021		0,020
Alumine.	0,026	0,004	0,012	0,015	0,012
Oxide de fer.	0,011	0,003	0,002	0,010	0,005
Oxide de manganèse.		0,002	0,001	0,010	
Oxide de plomb. . .				0,010	
	0,991	0,981	0,982	0,993	0,991

(1) Verre blanc de Bagneaux, près Nemours (département de Seine-et-Marne). Il est très-blanc : on en fait des bocaux pour pendules, etc. Il contient une trace d'oxide de cuivre qui pro-

vient probablement des outils. Sa composition est telle que la silice renferme à peu près cinq fois autant d'oxigène que toutes les bases réunies.

(2) Verre blanc de Neuvelt en Bohême. On le débite en gobeleterie. Il est de la plus grande beauté, d'une limpidité parfaite et incolore, même en masses assez grandes, et il est fabriqué avec un tel soin qu'il ne présente presque aucune bulle. Selon M. Perdonnet, on le prépare avec un mélange de 100 de quarz, 50 de chaux caustique, 75 de carbonate de potasse et une très-petite quantité de nitre, d'acide arsenieux et de peroxide de manganèse. On ne peut pas y découvrir la présence de l'arsenic par l'analyse. La silice contient six fois autant d'oxigène que les bases, et la composition du verre est à très-peu près exactement représentée par la formule $CS^6 + (K, N)S^6$.

(3) Verre blanc de Venise. Ce verre provient d'anciennes glaces. Les opticiens s'en servent pour les instrumens d'optique, et prétendent qu'il est préférable au verre de Saint-Gobain, parce qu'il attire moins l'humidité. Vu sur la tranche, il a une légère teinte enfumée sans nuance de vert ni de bleu. La silice contient à peu près quatre fois autant d'oxigène que les bases.

(4) Verre blanc, tiré en tubes pleins, dits *baguettes à agiter*. L'oxide de plomb provient sans doute d'une petite quantité de cristal jeté dans les pots avec le *groisil*.

(5) Verre blanc dont se servent les émailleurs pour faire les petits instrumens de chimie, les perles, etc. Il est beaucoup plus fusible que le verre blanc ordinaire : aussi contient-il notablement plus d'alcali ; l'oxigène de la silice est à l'oxigène des bases dans le rapport de un peu plus de 5 à 1.

Suivant M. Tassaert, le verre à glace de Saint-Gobain contient, terme moyen, 0,76 de silice et alumine, 17 de soude, 0,06 de chaux et 0,01 d'oxide de fer, de manganèse et de cuivre. L'oxide de cuivre provient des cuillers et des spatules, et lui donne souvent une teinte bleue très-prononcée. Autrefois on exigeait dans le commerce que la teinte fût légèrement verte ; maintenant on demande qu'elle soit légèrement jaune. On prépare ce verre avec un mélange de sable blanc, de carbonate de soude et de chaux caustique.

Il résulte des analyses précédentes que les verres blancs sont des silicates qui contiennent au moins deux bases, la chaux et un alcali. L'alcali peut être la potasse ou la soude, ou un mélange de l'un et de l'autre. La fusibilité de ces verres dépend des proportions relatives des trois élémens dont ils se composent; elle est d'autant plus grande que la proportion de silice est moins forte, et pour une même quantité de silice elle s'accroît avec la proportion de l'alcali. Leur dureté dépend principalement de la proportion de la silice et augmente avec cette proportion. Les plus fusibles sont aussi ceux qui se laissent le plus aisément attaquer par les acides, et par conséquent ceux qui s'altèrent le plus par une longue exposition à l'air. On pourrait obtenir des verres très-durs, très-beaux et de tel degré de fusibilité que l'on voudrait avec de la silice et un alcali seulement ; mais ils auraient peu de tenacité est d'élasticité ; la présence de la chaux est nécessaire pour leur donner ces qualités. Il est très-probable que d'autres bases, comme la baryte et la magnésie, auraient le même effet ; mais, comme la chaux est commune et à bas prix, il est naturel qu'on l'ait

employée partout. Là où le combustible est très-cher, les fabricans ont intérêt à faire du verre très-fusible, et par conséquent à employer beaucoup d'alcali; mais ces sortes de verres sont de mauvaise qualité, et finissent par se couvrir d'efflorescence à l'air. Dans les lieux où, au contraire, le combustible est à vil prix, on économise l'acali et l'on fabrique des verres excellens. Comme les silicates multiples ont une fusibilité qui est toujours plus grande que la fusibilité moyenne des silicates qu'ils renferment, il est évident qu'il y aurait de l'avantage à employer dans la fabrication des verres un mélange de carbonate de potasse et de carbonate de soude, au lieu de se servir de l'un ou de l'autre seulement, comme cela se fait presque toujours. De cette manière, avec une même quantité pondérale de matières alcalines, on obtiendrait des verres plus fusibles, et qui par conséquent consommeraient moins de combustible qu'en employant la potasse ou la soude isolément, et ces verres seraient cependant aussi durs et aussi inaltérables, puisqu'ils ne renfermeraient pas une plus grande proportion de bases.

Verres à pivettes. On appelle ainsi les verres communs d'un vert pâle d'aigue-marine, dont on fait des fioles à médecine et toute la verrerie commune. Ces verres sont durs, solides, et ils ont la propriété très-précieuse *d'aller sur le feu* beaucoup mieux que les verres blancs. Voici la composition de quatre sortes de verres à pivettes pris dans le commerce et façonnés en instrumens de chimie.

	(1)	(2)	(3)	(4)
Silice.	0,716	0,692	0,635	0,620
Chaux	0,100	0,130	0,162	0,156
Potasse.	0,106	0,080	0,105	. . .
Soude	. . .	0,030	. . .	0,164
Magnésie.	. . .	0,006	. . .	0,022
Alumine.	0,030	0,036	0,045	0,024
Oxide de fer.	0,015	0,016	0,025	0,007
Oxide de manganèse.	0,003	. . .	0,012	. . .
	0,970	0,990	0,984	0,993

La quantité d'oxigène de la silice est à la quantité d'oxigène de toutes les bases :: 6 à 1 dans le verre (1), :: 5 : 1 dans le verre (2), :: 7 : 2 dans le verre (3), et :: un peu plus de 3 : 1 dans le verre (4). La composition de ces verres est donc extrêmement variable ; c'est à la présence d'une plus forte proportion de chaux que celle qui existe dans le verre blanc qu'ils doivent leurs qualités. Leur teinte verte n'est pas essentielle et tient à ce que l'on emploie pour les fabriquer des sables communs un peu ferrugineux et argileux.

Verres à bouteilles. Trois verres à bouteilles réputés d'excellente qualité ont été trouvés composés comme il suit :

	Souvigny. (1)	St.-Étienne. (2)	Epinac. (3)
Silice	0,600	0,604	0,596
Chaux.	0,228	0,207	0,180
Baryte.	. . . .	0,009	. . .
Potasse	0,031	0,032	0,032
Soude			. . .
Magnésie	. . . .	0,006	0,070
Alumine	0,080	0,104	0,068
Oxide de fer.	0,040	0,038	0,044
Oxide de manganèse . .	0,012		0,004
Oxide de cuivre.			
Acide phosphorique . .	0,004		. . .
	0,990	1,000	0,994

(1) Verre de Souvigny, près Moulins (département de l'Allier). Les bouteilles que l'on fabrique avec ce verre passent pour être d'excellente qualité, et on les recherche beaucoup à Paris. Il entre dans sa préparation du sable que l'on retire de la rivière de l'Allier, de la marne blanche provenant d'un terrain de calcaire d'eau douce, des cendres lessivées et un peu de sel marin. L'acide phosphorique provient évidemment des cendres qui contiennent toujours une certaine quantité de phosphate de chaux. Dans ce verre, l'oxigène de la silice est à l'oxigène des bases :: 5 : 2.

(2) Verre de Saint-Etienne (département de la Loire), pour la préparation duquel on emploie du sulfate de baryte. L'analyse faite avec le plus grand soin, n'ayant donné qu'une très-faible proportion de baryte, il faut que, dans l'opération qui a produit l'échantillon qu'on m'a remis, on n'ait employé que très-peu de sulfate, ou bien que la plus grande partie de ce sel se

soit précipité au fond des pots, à la faveur de sa grande densité, avant d'avoir été décomposé. La baryte peut donner de la fusibilité aux silicates; et, sous ce rapport, elle est propre jusqu'à un certain point à remplacer les alcalis; mais comme ceux-ci n'entrent que pour une très-faible proportion dans les verres à bouteille, et qu'ils sont fournis pour la plus grande partie par la *charée* (cendres lessivées) sans dépense, il ne paraît pas qu'on puisse tirer un grand avantage de l'emploi du sulfate de baryte dans la fabrication des bouteilles: aussi dit-on que l'on y a renoncé à Saint-Etienne. Quoi qu'il en soit, toutes les fois que l'on voudra en faire usage, il conviendra de le mélanger avec une quantité de charbon calculée pour changer l'acide sulfurique en acide sulfureux; on facilitera ainsi beaucoup la combinaison de la baryte avec la silice. Dans le verre de Saint-Etienne, l'oxigène de la silice est à l'oxigène des bases :: 5 : 2.

(3) Verre d'Epinac, près Autun (département de Saône-et-Loire). On fabrique ce verre avec deux sables que l'on ramasse auprès de l'établissement, et sans mélange de cendres lessivées ni d'aucune autre matière. L'un de ces sables est calcaire et se compose de :

Chaux	0,348	ou carbonate de chaux.	0,617
Magnésie	0,172	—— de magnésie.	0.356
Acide carbonique	0,453	argile	0,012
Argile	0,012		
	0,985		0,985

L'autre sable est un mélange de très-petits grains de quarz et de feld-spath enduits d'une légère couche d'oxide de fer; il contient :

Silice	0,800	0,997
Alumine	0,110	
Potasse	0,060	
Oxide de fer	0,020	
Oxide de manganèse	0,007	

Dans le verre d'Epinac, la quantité d'oxigène de la silice est à la quantité d'oxigène des bases dans le rapport d'un peu moins de 5 à 2, ainsi que dans les deux verres précédens.

La formule $(C, M, K, N) S^3 + (A, f, M) S^2$ représente très-approximativement la composition de ces trois verres; mais il ne faut pas attacher à ces formules plus d'importance qu'elles n'en ont réellement.

Dans les verres à bouteilles, le fer n'est ni à l'état de protoxide, ni à l'état de peroxide, mais à un degré intermédiaire d'oxidation; on l'amène à ce degré par un tour de main qui consiste le plus souvent à agiter le verre fondu avec du bois vert. On arrive ainsi à obtenir la nuance de couleur que les consommateurs exigent. Peut-être les matières fuligineuses contribuent-elles à produire cette nuance.

Les verres à bouteilles sont beaucoup plus difficiles à fondre que les autres verres, parce qu'ils contiennent une grande proportion d'alumine et très-peu d'alcali. Les moins fusibles sont les meilleurs. On en fabrique à Paris, par exemple, qui contiennent moins de silice et beaucoup plus de chaux que ceux dont nous avons donné la composition; mais ces verres ont l'inconvénient d'être attaquables à la longue par le vinaigre.

Cristaux. Voici la composition de trois cristaux.

	Vonêche. (1)	Newcastle. (2)	Londres. (3)
Silice	0,560	0,514	0,592
Oxide de plomb	0,344	0,374	0,282
Potasse	0,066	0,094	0,090
Alumine	0,010	0,012	
Oxide de fer	....	0,008	0,004
Oxide de manganèse	....		0,010
	0,980	1,002	0,978

(1) Cristal de Vonêche (Pays-Bas) de premier choix. On le prépare avec un mélange de 3 p. sable blanc, 2 p. minium et 1 p. carbonate de potasse. Sa composition est représentée par la formule $K\,S^8 + 2\,P\,S^8$.

(2) Cristal de Newcastle en Angleterre. Il entre dans sa composition du sable blanc, de la litharge, de la potasse purifiée, du nitre et du peroxide de manganèse : on ne se sert pas du tout de minium. La silice contient cinq fois autant d'oxigène que les bases.

(3) Cristal dont on fait les instrumens de physique et de chimie à Londres. Il est d'un blanc parfait et sans bulles. La quantité d'oxigène de la silice est à la quantité d'oxigène des bases :: 8 : 1, ainsi que dans cristal de Vonêche.

Toutes les combinaisons simples de la silice et de l'oxide de plomb étant colorées, pour avoir des verres plombeux incolores, on est obligé d'ajouter à ces deux substances une autre base : on prend pour cette base un alcali afin que ces verres soient très-fusibles. Les fabricans assurent qu'il faut nécessairement employer la potasse, et

que, si l'on se servait de la soude, le verre aurait une teinte bleue prononcée. Les verres sont d'autant plus fusibles et d'autant plus éclatans qu'ils renferment plus d'oxide de plomb ; mais en même-temps ils sont d'autant moins durs et d'autant moins propres à résister à l'action des agens chimiques.

---

9. *Analyse d'une* CHAUX HYDRAULIQUE ARTIFICIELLE *d'Angleterre*; par M. P. Berthier. (Ann. de Ch., t. 44, p. 113.)

On prépare cette chaux en faisant un mélange intime de craie et de silex calciné, et réduit en farine sous des meules; et en soumettant ce mélange à une cuisson graduée, en vases clos. Quand on en fait une pâte avec de l'eau, elle s'éteint lentement, et acquiert une grande tenacité et une grande dureté ; les masses solidifiées sont parfaitement blanches, à grains très-fins, et elles sont susceptibles de recevoir un assez beau poli; cependant elles sont sensiblement poreuses. On donne cette chaux comme propre à être employée pour faire des statues, des vases et des moulures de toutes sortes. Un morceau éteint et conservé depuis long-temps a été trouvé composé de :

Eau et acide carbonique.	0,283 ;
Chaux.	0,519 ;
Silice gélatineuse.	0,150 ;
Sable.	0,014 ;
Alumine et magnésie.	0,034.
	1,000.

---

10. *Analyse de la* CHABAZITE; par M. E. Hoffmann. (An. de Pog., t. 25, p. 495.)

J'ai trouvé la chabazite de Riebendorfel près

Ausnig en Bohème (1), et de Falsathal (2), composées comme il suit :

Silice. . .	0,4818	ox. 2503	8	—	0,4863	ox. 2526	8
Alumine .	0,1927	900	3	—	0,1952	912	3
Chaux. .	0,0965	271		—	0,1022	287	
Soude. .	0,0154	39	1	—	0,0056	14	1
Potasse. .	0,0021	35		—	0,0028	5	
Eau. . .	0,2110	1875	6	—	0,2070	1834	6
	0,9995				0,9991		

Ces résultats coïncident avec la formule $(C, N, K) S^2 + 3 AS^2 + 6 Aq.$

Mais le minéral de Parsboroug, qui a été rapporté de Pétersbourg par M. G. Rose, et que l'on considère en général comme un chabazite, m'a donné à l'analyse des résultats qui ne peuvent être exprimés que par la formule $(C, N, K) S^3 + 3 AS^2 + 6 Aq.$ Voici quels sont ces résultats :

Silice.	0,5146	oxigène 2673	9
Alumine.	0,1765	824	3
Chaux.	0,0891	250	
Soude.	0,0109	28	1
Potasse.	0,0017	3	
Oxide de fer. .	0,0085		
Eau.	0,1966	1747	6
	0,9979		

11. *Analyse de deux* LAITIERS SULFUREUX *du haut-fourneau d'Hayanges (Moselle)*; par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 44, p. 113.)

Ce fourneau est chauffé avec du coke. On a trouvé deux laitiers composés comme il suit :

Silice.	0,466		0,335	
Chaux.	0,263		0,410	
Alumine.	0,188		0,200	
Oxide de fer.	0,018		0,010	
Oxide de manganèse.	0,026		0,010	
Calcium.	0,016	0,018	0,013	0,023
Soufre.	0,012		0,010	
	0,989		0,988	

Le premier laitier provient du travail ancien, le second est celui que l'on obtint depuis que l'on a augmenté la dose de chaux. On a remarqué que cette addition de chaux a beaucoup amélioré la qualité de la fonte.

12. *Analyse de l'*ALUMOCALCITE *de Milschacherd d'Eybenstock*; par M. Kersten. (J. de Schweiger Scidel, 1832.

L'alumocalcite ressemble au collyrite, et se trouve aussi dans l'Eczgebürge. Il a l'éclat du verre; il est d'un blanc de lait tirant sur le bleu ou le jaune. L'eau lui donne de la translucidité. Il est peu dur, et il happe fortement à la langue. Chauffé dans un tube de verre, il éclate en petits morceaux et donne de l'eau pure. Il est attaqué par l'acide muriatique; mais, pour en faire une analyse exacte, il faut le traiter par les alcalis. Il contient :

Silice.	0,8660	0,9908
Chaux.	0,0625	
Alumine.	0,0223	
Eau.	0,0400	
Matière bitumineuse.	trace.	

13. *Sur la* HUMBOLDTILITE; par M. Kobell. (An. de Schweiger Seidel, t. 4.)

Monticelli et Covelli ont donné ce nom, en l'honneur de M. de Humboldt, à un minéral qu'ils ont trouvé parmi les produits du Vésuve. Ce minéral est ordinairement en cristaux demi-transparens qui ont pour forme primitive une pyramide quadrilatère. Son éclat est vitreux; sa cassure est inégale, testacée; il a à peu près la même dureté que l'apatite. Sa pesanteur est de 3,104. Il est d'un

jaune clair, d'un jaune grisâtre, ou tout-à-fait gris. L'acide muriatique l'attaque facilement en faisant gelée. Il est composé de :

Silice.	0,4396 oxig.	0,2183
Alumine	0,1120	0,0533
Chaux.	0,3196	0,0897
Magnésie.	0,0610	0,0236
Protoxide de fer.	0,0232	0,0053
Soude.	0,0428	0,0189
Potasse.	0,0038	0,0006
	1,0020	

Sa composition peut par conséquent être représentée par la formule $NSi^3+5\ ASi+12\ \left.\begin{matrix}C\\Mg\\F\end{matrix}\right\}\ Si$.

---

14. *Analyse de la* TERRE BOLAIRE *d'Orawitz, dans le Bannat*; par M. Kersten. (J. de Schweiger Seidel, 1832.)

M. Breithaupt a donné le nom d'*ockran* à ce minéral. Il est en masses amorphes fendillées, jaunes, d'un éclat vitreux un peu gras ; il happe fortement à la langue ; il décrépite dans l'eau. Sa pesanteur spécifique est de 2,483.

Au chalumeau il décrépite, laisse dégager de l'eau pure et colore la flamme en vert serin, comme le ferait de l'acide borique pur. En le faisant digérer avec de l'alcool, ce réactif dissout effectivement de l'acide borique, et acquiert la faculté de brûler avec une flamme verte. L'acide muriatique l'attaque aisément, et en sépare de la silice sémi-gélatineuse. Une analyse faite sur une quantité trop petite pour qu'il ait été possible de doser l'acide borique, a donné :

Silice.	0,318	
Alumine.	0,430	0,970
Peroxide de fer. . .	0,012	
Eau. . . . . . . , . .	0,210	

L'acide borique est compris dans la perte de 0,030.

Ce minéral doit être considéré comme un silicate d'alumine (AS) mêlé d'hydrate d'alumine, d'hydrate de fer et d'acide borique.

---

15. *Analyse du* TALKSTEINMACK DE ROCHLITZ; par M. Kersten. (Journ. de Schweiger Seidel, 1832.)

Le talksteinmack se trouve en petits rognons dans le porphyre de Rochlitz. Il est d'un blanc légèrement jaunâtre ou rougeâtre, luisant, peu dur, il se casse en petites écailles. Sa pesanteur spécifique est de 2,48 à 2,50. Il n'est qu'imparfaitement attaquable par les acides. L'analyse par la potasse a donné :

Silice.	0,3760	
Alumine.	0,6050	
Magnésie.	0,0082	0,9955
Oxide de manganèse..	0,0063	
Oxide de fer.	trace	

Sa formule est donc $\underline{\ddot{A}l}^3 \dddot{S}i^2$.

---

16. *Analyse de la* COLLYRITE DE WEISSENFELD; par M. Kersten. (Journ. de Schweiger Seidel, 1832.)

Cette variété de collyrite est d'un blanc de neige et opaque, mais elle devient transparente dans l'eau. Elle happe fortement à la langue. Sa

pesanteur spécifique est de 2,06 à 2,11. Elle forme gelée avec les acides. J'y ai trouvé :

Silice	0,233	
Alumine.	0,428	0,998
Eau.	0,337	

Sa formule est $\underline{\ddot{A}l}^3\ \dddot{Si}^2 + 5\ \dot{H}$.

17. *Analyse de la* PECHBLENDE ROUGE DE JOHAN GEORGENSTADT, par M. Kersten. (Journ. de Schweiger Seidel, 1832.)

Cette pechblende est opaliforme, d'un jaune rougeâtre, et ressemble au succin ou au mellite. Sa cassure est conchoïde, elle est ordinairement opaque, mais quelquefois translucide. Sa pesanteur spécifique est de 3,986 à 4,180. On la trouve disséminée en petites masses fendillées. Par la calcination, elle abandonne de l'eau pure, et elle devient d'un rouge brun. Je l'ai trouvée composée de :

Oxide d'urane.	0,7200	
Acide phosphorique.	0,0230	
Chaux.	0,0600	
Eau.	0,1475	0,9936
Silice.	0,0426	
Oxide de manganèse.	0,0005	
Acides fluorique et arsenique. . . .	trace.	

En conséquence, je la considère comme formée de phosphate de chaux et d'hydrate d'urane, et je considère sa composition comme représentée par la formule. $\dot{Ca}^3\ \underline{\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}}^2 + 4\ \underline{\ddot{U}}\ \underline{\dot{H}}^2$.

18. *Sur l'*URANE OXIDULE de JOHAN GEORGENSTADT et de SCHNEIBERG; par M. Kersten. (Ann. de Freyberg, 1833.)

Les minerais d'urane de Joban Georgenstadt et de Schneeberg contiennent une quantité notable de selénium, qui paraît provenir du silicate de cuivre dont ils sont mélangés; mais le minerai de Joachimsthal n'en offre pas la moindre trace.

---

19. *Analyse du* MINERAI *de* CUIVRE MANGANÉSIFÈRE, *de Schlakenwald*; par M. Kersten. (J. de Schweiger Seidel, 1832.)

On trouve ce minerai en petits rognons ou tubercules; il est d'un noir tirant sur le bleu. Il a l'éclat gras. Sa cassure est imparfaitement esquilleuse. Sa pesanteur spécifique est de 3,10 à 3,21. Il est composé de :

Deutoxide de manganèse. .	0,7400
Deutoxide de cuivre. . . .	0,0480
Eau.	0,2000
Oxide de fer.	0,0012
Silice.	0,0030
Sulfate de chaux..	0,0105
Potasse.	trace
	1,0027

Il renferme un nouvel hydrate de manganèse, et sa formule est $\underline{\dddot{M}}^2 + 2\underline{\dot{H}}$ avec $\dot{C}u$ et $\dot{C}a\,\ddot{S}$.

M. Fuchs ayant annoncé l'existence de la potasse dans un minerai de manganèse (Annales de Bayreuth, t. 62, p. 2, 1831), j'ai recherché cet alcali avec beaucoup de soin, mais je n'en ai trouvé que des traces.

Le pelokonite, décrit par M. Richter, est de même nature, mais contient plus d'oxide de fer.

---

20. *Découverte du* MOLYBDÈNE *et du* CUIVRE *dans le fer météorique*; par M. Stromeyer. (Ann. de Pog., t. 24, p. 651.)

M. Stromeyer a constaté l'existence du molybdène et du cuivre dans un échantillon de fer météorique.

---

21. *Examen de la* BOUE *provenant des égouts*; par M. Braconnot. (Ann. de Ch., t. 50, p. 213.)

La boue des égouts de Nanci est d'un noir foncé, et a une odeur très-marécageuse. Elle conserve sa couleur sous l'eau; mais elle la perd promptement au contact de l'air. L'acide muriatique affaibli la décolore aussi en produisant un dégagement d'acide carbonique et d'hydrogène sulfuré. Elle doit sa couleur à du sulfite de fer, qui se forme sans doute par la réaction de l'hydrogène sulfuré sur le peroxide de fer. Cette boue ne contient pas d'ammoniaque. Traitée par cet alcali, elle laisse dissoudre une matière animale brunâtre, qui réagit sur le tournesol à la manière des acides faibles.

J'ai eu occasion de rencontrer du persulfure de fer en longs cristaux d'un jaune doré, tapissant des morceaux de bois à demi pouris, rejetés près des bords d'une rivière sur laquelle de temps immémorial on fait flotter ce combustible.

---

22. *Analyse du* MINERAI de FER BRUN *de Wilsdruf*; par M. Kersten. (Ann. de Freyberg, 1833.)

Ce minerai renferme :

	Peroxide de fer. . . .	0,6293
	Eau.	0,1041
	Acide phosphorique.	0,0133
Argile.	Silice.	0,2220
	Alumine.	0,0183
		0,9870

Il se trouve dans le Kieselschiffer, roche qui, comme on sait, renferme presque tous les phosphates. Il est probable que l'acide phosphorique provient des infiltrations qui ont lieu à travers le sol.

---

23. *Sur les* ARSENIURES MÉTALLIQUES *qui se trouvent dans la nature*; par M. E. Hoffmann. (An. de Pog., t. 25, p. 485.)

J'ai analysé, dans le laboratoire de M. H. Rose, cinq minéraux qui sont des arseniures à bases de fer, de nickel et de cobalt. Dans tous ces minéraux il y a deux atomes d'arsenic pour un atome de métal. Voici les résultats que j'ai obtenus :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Soufre.	0,0198	0,0520	0,0014	0,0066	0,1105
Arsenic.	0,6599	0,6041	0,7130	0,7027	0,5360
Fer.	0,2806	0,1349		0,1171	0,0329
Nickel.		0,1337	0,2814	0,0179	0,3002
Cobalt.		0,0500		0,1395	0,0056
Cuivre.			0,0050	0,0139	
Bismuth.				0,0001	
Gangue.	0,0217		0,0219		
	0,9820	0,9747	1,0227	0,9978	0,9852

(1) *Fer arsenical* de Reichenstein en Silésie. On le trouve abondamment dans une serpentine, et on l'exploite pour en extraire l'arsenic. Son système cristallin est prismatique. C'est l'arseniure FA^2 mélangé de 0,0526 de pyrite.

(2) *Fer arsenical* de Sladming. C'est l'arseniure (N, F, C) A^2 mêlé de 0,1398 de pyrite de fer.

Nickel arsenical de Schneeberg en Saxe. Il est d'un blanc d'étain, à cassure inégale. C'est l'arsenium NA^2 mêlé d'une petite quantité de sulfure de cuivre et de bismuth.

(3) *Cobalt arsenical*, ou *speiss cobalt gris* de la mine de Sauschwart, près Schneeberg, en Saxe. C'est l'arseniure (C, F, N) A^2, mêlé de sulfure de cuivre et d'une petite quantité de proto-sulfure de fer. Il est analogue au *speiss cobalt blanc* de Riegeldorf, dans lequel M. Stromeyer a trouvé :

Soufre.	0,0088	0,9897
Arsenic.	0,7421	
Fer.	0,0342	
Cobalt.	0,2031	
Cuivre.	0,0015	

(5) *Nickel arsenical* de la mine d'Hasselhue, près de Tanne, au Hartz. C'est l'arseniure (N, F, C) A^2 mêlé de 0,3136 de sulfure de nickel.

---

24. *Analyse de* DEUX SCORIES *de* FORGES CATALANES; par M. P. Berthier. (Ann. de Ch., t. 244, p. 113.)

Ces scories proviennent des forges d'Ax (Pyrénées-Orientales), et ont été obtenues, les premières au commencement, et les secondes au milieu de l'opération. Elles contiennent :

Silice.	0,311 —	0,287
Protoxide de fer.	0,314 —	0,636
Protoxide de manganèse.	0,274 —	0,008
Chaux.	0,032 —	0,026
Magnésie.	0,024 —	0,002
Alumine.	0,036 —	0,060
	0,991	0,975

25. *Analyse du* PINGUIT *de Wolkenstein*; par M. Kersten. (J. de Schweiger Seidel, 1832.)

Le minéral que M. Breithaup a décrit sous le nom de pinguit, se trouve à Neubeschert Gluck Stholh, près de Wolkenstein, dans l'Erzgebirge et à Stöersburg, près Sulh. Il est d'un vert serin passant au vert d'huile; il a l'éclat gras; sa cassure est conchoïde, esquilleuse ou inégale : on le raye facilement; sa dureté est à peu près celle du quarz; il ne happe pas à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,315. Par la calcination, il devient brun noir et laisse dégager de l'eau pure. Il est attaqué par l'acide muriatique, avec résidu de silice semi-gélatineuse; mais, pour décolorer complétement cette silice, il est nécessaire de la faire bouillir pendant long-temps avec l'acide. Il est composé de :

Silice.	0,36900	
Peroxide de fer. . . .	0,29500	
Protoxide de fer. . .	0,06100	
Alumine.	0,01800	0,99998
Magnésie.	0,00450	
Oxide de manganèse. .	0,00148	
Eau.	0,25100	

La quantité d'oxigène contenu dans les oxides de fer, la silice et l'eau, sont entre elles : : 1 : 2 : 2.

L'état d'aggrégation de ce minéral me portant à croire que le protoxide et le peroxide de fer y

sont à l'état d'hydrate, sa formule doit être :

$$\left.\begin{matrix}\dot{F}e \\ \underline{\dot{F}e}\end{matrix}\right\} \underline{H}^6 + (\dddot{S}i + \dddot{A}l)$$

J'ai séparé le peroxide de fer des protoxides de fer et de manganèse par le moyen du carbonate de chaux, comme le conseille M. Fuchs. Ce procédé est très-exact lorsqu'on se sert de carbonate de chaux bien pur pour opérer la précipitation.

26. *Analyse du* FELBOL *d'Halsbruck, près Freiberg*; par M. Kersten. (J. de Schweiger Seidel, 1832.)

On a nommé felbol (argile grasse) un minéral qui a été décrit par M. Freisleben comme une sorte de talc, mais qui a beaucoup de rapports avec les terres bolaires. Il est d'un brun nuancé, mat, doux au toucher, tendre, facile à briser : il prend de l'éclat sous le frottement; il ne happe pas à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,249. Les acides l'attaquent facilement et en séparent de la silice semi-gélatineuse. Il est composé de :

Silice.	0,4640	oxigène	0,2330
Oxide de fer.	0,2350		0,0720
Alumine.	0,0301		0,0140
Eau.	0,2450		0,2178
Oxide de manganèse. . .	trace		
	0,9741		

Il est analogue à l'hisingerite et à la traulite, et il a pour formule $FS^3 + 3\,Aq$.

27. *Note sur un* ARSENIURE DE NICKEL *en cristaux*; par M. Wohler. (Ann. de Ch., t. 51, p. 208.)

Ces cristaux se rencontrent quelquefois dans les

fours à verre bleu et plus rarement dans l'arseniure de nickel fondu (*kobaltspeiss*) qui reste au fond des pots. Ce sont des octaëdres à base carrée, ordinairement modifiés de manière qu'ils forment des parallélipipèdes rectangulaires aplatis. Ils sont d'un jaune rougeâtre plus clair que l'arseniure natif. Ils contiennent 0,0160 de fer, de cuivre et de manganèse, et 0,0165 de soufre; mais, indépendamment de ces substances, le nickel et l'arsenic y sont dans le rapport de 0,527 à 0,441, C'est donc l'arseniure composée de :

Nickel.	0,5413 —	100 —	3 at.
Arsenic.	0,4587 —	83,6 —	2

On a compris dans le nickel une petite quantité de cobalt qui lui est isomorphe.

---

28. *Sur le* CUIVRE *contenu dans les matières organiques*; par M. Sarzeau. (J. de Parm., t. 18, p. 653.)

M. Chevreul n'ayant pas trouvé de cuivre dans la viande comme je l'avais annoncé, et paraissant disposé à attribuer aux accidens et aux manipulations qu'éprouvent les substances organiques pour devenir propres à nos usages le cuivre que j'y ai rencontré, j'ai cru devoir me livrer à de nouvelles recherches.

Ayant pris les précautions les plus minutieuses pour éloigner le mélange du cuivre, j'en ai cependant trouvé environ un milligramme dans 1 kilogramme de chair de bœuf que j'avais enlevé moi-même d'un cadavre, et l'examen de plus de trente plantes très-diverses, indigènes ou étrangères, m'en a toujours présenté une quantité notable. La

graine de froment en fournit 4 mil.,96 par kilogramme, et le son en contient beaucoup plus que la farine.

Quand le cuivre ne se trouve dans la cendre qu'en proportion extrêmement petite, on ne peut pas découvrir sa présence par un simple essai au chalumeau avec le sel de phosphore, mais en traitant la cendre par l'acide nitrique, sursaturant d'ammoniaque, filtrant, rapprochant beaucoup la liqueur et y ajoutant alors du prussiate de potasse et de l'acide acétique, il se fait un précipité rouge de prussiate de cuivre très-reconnaissable.

On peut maintenant regarder comme certain que, pour les matières organiques, il en est du cuivre comme du fer et du manganèse, on le trouve partout : il n'y a que les quantités à prendre, quantités qui puissent renfermer un poids de cuivre sensible à nos sens; d'ailleurs, la proportion de cuivre contenue dans les végétaux n'est pas en raison du sol, mais en raison de l'espèce qui y croît.

---

29. *Analyse d'un* CUIVRE ROUGE *de Suisse*; par M. P. Berthier. (Ann. de Ch., t. 44, p. 113.)

On regarde ce cuivre comme très-remarquable par sa malléabilité et son extrême douceur. On ne sait pas de quelle manière on le prépare. Il contient :

Potassium.	0,0038	
Calcium.	0,0033	0,0088
Fer.	0,0017	

---

30. *Analyse d'un alliage connu sous le nom de* MAILLECHORT; par M. Henry fils. (J. de Phar., t. 18, p. 76.)

On fabrique à Paris, sous le nom de maillechort, depuis quelques années, un alliage dont l'aspect imite assez bien celui de l'argent et du platine poli, et qui est susceptible aussi de recevoir la dorure. Il passe bien au laminoir et il est flexible sans fragilité.

Pour l'analyser je l'ai dissous dans l'acide nitrique; j'ai précipité le cuivre de la dissolution par l'hydrogène sulfuré, et j'ai séparé l'oxide de zinc de l'oxide de nickel au moyen de la potasse caustique. Ce procédé, que l'on ne doit pas regarder comme absolument rigoureux, m'a donné :

Cuivre.	0,660	0,989
Nickel.	0,136	
Zinc.	0,193	
Fer et arsenic. . . .	trace.	

31. *Analyse d'un* ALLIAGE DE CUIVRE *anglais*; par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 44, p. 121.)

Cet alliage a été importé d'Angleterre pendant quelques années, parce que, ne connaissant pas sa composition, on ne savait pas le préparer chez nous : on l'imite très-bien maintenant; on s'en sert pour faire les lames au moyen desquelles on enlève l'excès de couleur des cylindres à imprimer dans la fabrication des toiles peintes. Il a la couleur et l'aspect du laiton ordinaire, mais il est plus dur et plus raide. Il contient :

Cuivre.	0,800
Zinc.	0,105
Etain..	0,080.
	0,985.

On peut le considérer comme un mélange de laiton et de bronze.

---

32. *Note sur la composition de l'*ALLIAGE *qui forme la* cloche d'argent *renfermée dans le beffroi de Rouen*; par M. Girardin, professeur de chimie. (Précis des travaux de l'Académie de Rouen, 1831.)

On ne sait pas à quelle époque cette cloche a été coulée; mais il paraît certain qu'elle est postérieure à 1390. Elle a 3 pi. 3 p. de hauteur, 4 p. de diamètre, et 3 p. 3 lig. dans sa plus grande épaisseur. L'alliage dont elle est formée se compose de :

Cuivre.	0,710	1,000
Etain.	0,260	
Zinc.	0,018	
Fer.	0,012	

Elle ne renferme donc pas d'argent comme le vulgaire se le persuade. Les cloches françaises modernes contiennent ordinairement 0,78 de cuivre et 0,22 d'étain.

---

33. *Analyse de l'*ARSENIATE DE CUIVRE BLEU CRISTALLISÉ DE CORNOUAILLES; par M. Wachmeister. (Ann. de Pog., t. 25, p. 305.)

La poussière de ce minéral a une couleur verte olive; par une calcination graduée elle devient d'un bleu pur, en perdant la moitié de son eau, puis elle prend la couleur vert bouteille foncé quand le reste de l'eau s'est dégagé. L'analyse a donné :

Acide arsenique.	0,2079 oxigène	722
Acide phosphorique. . . .	0,0361	202
Oxide de cuivre.	0,3519	709
Oxide de fer.	0,0341	104
Alumine.	0,0803	375
Silice.	0,0404	
Quartz, silicate, etc. . . .	0,0295	
Eau..	0,2224	1977
	1,0026	

On peut supposer que cette composition est représentée par la formule $(\dddot{Al}^{4}\ \dddot{Fe}^{4})\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P}+(2\dot{Cu}^{5}\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}+13\dot{H})$; mais il est plus probable que le fer est à l'état de protoxide, et que l'alumine est combinée seulement avec de l'eau. Dès lors on a pour formule $2\dddot{Al}H^{3}+3(\dot{Cu}^{4}\dot{Fe}^{4})(\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{As}.\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{P})\dot{H}^{8}$.

Pour faire l'analyse on a fondu au creuset de platine le minéral calciné avec trois fois son poids de carbonate de soude, puis lavé avec de l'eau, on a traité le résidu par l'acide muriatique, on a précipité le fer et l'alumine contenus dans la dissolution, par l'ammoniaque en excès qui a retiré le cuivre. La liqueur aqueuse alcaline a été saturée d'acide muriatique, et on a précipité l'arsenic à l'état de sulfure par le moyen du gaz hydrogène sulfuré; puis elle a donné par le carbonate d'ammoniaque un précipité de phosphate d'alumine, qu'on a analysé en le fondant avec $1\frac{1}{2}$ p. de silice et 6 p. de carbonate de soude, etc.

---

34. *Notice sur la* VOLTZINE *ou* OXISULFURE DE ZINC *de Rosiers, près de Pont-Gibaud, département du Puy-de-Dôme*; par M. J. Fournet, (Ann. de l'Auvergne).

J'ai donné le nom de *voltzine* à ce nouvel oxi-

sulfure en témoignage de ma reconnaissance envers M. Voltz, ingénieur en chef des mines, pour tous ses excellens conseils, et l'amitié dont il m'a honoré dès le début de ma carrière métallurgique.

La formation de la voltzine paraît assez récente, car elle est en recouvrement sur la plupart des autres minerais du filon de Rosiers; elle se présente sous forme de petits mamelons accolés, hémisphériques, testacés, subdivisibles en calottes très-minces, mais à cassure conchoïde ou irrégulière en travers, opaque ou faiblement translucide. Son éclat est nacré dans le sens des couches, mais vitreux ou résineux très-vif dans les autres directions. Elle est d'un rose sale ou jaunâtre, et nuancée de bandes brunes qui paraissent être colorées par une matière organique dont les caractères seront décrits plus loin. Elle ne raye pas le verre, mais la chaux fluatée; sa densité égale 3,66 environ.

L'acide acétique et les alkalis n'ont aucune action sur ce composé; l'acide muriatique l'attaque avec dégagement d'hydrogène sulfuré; ainsi donc le sulfure de zinc est devenu d'une part attaquable par l'acide muriatique, et de l'autre, l'oxide de zinc se montre insoluble dans l'acide acétique et dans les alkalis, ce qui dénote une combinaison réelle entre l'oxide et le sulfure.

La matière organique que contient ce minéral s'isole assez bien par l'acide muriatique affaibli, elle est sous forme de feuillets ou de flocons et brune; une petite quantité se dissout dans l'acide et en est précipitée sous forme laiteuse par l'addition de l'eau. Elle est fusible en répandant une fumée d'abord aromatique, puis fétide, et il reste un ré-

sidu charbonneux, boursoufflé, noir, qui, par son incinération, laisse de l'oxide de zinc entraîné probablement en combinaison sous forme de résinate de zinc insoluble, car les caractères de cette matière sont comme on voit assez concordans avec ceux d'une résine, et diffèrent essentiellement des bitumes que l'on rencontre si fréquemment dans le règne minéral, et qui forment généralement des taches huileuses à la surface des liqueurs acides, par lesquels on traite les substances qui en contiennent.

L'analyse de la voltzine a donné :

Sulfure de zinc.	81,00	100,00
Oxide de zinc.	15,00	
Oxide de fer.	1,80	
Matière organique.	2,20	

Ou bien, en faisant abstraction de la matière organique :

Sulfure de zinc.	82,82	82,82	100,00
Oxide de zinc.	15,34	17,18	
Oxide de fer.	1,84		

Ce qui correspond à la formule $4 ZnS^2 + \ddot{Z}n$.

Si l'on peut émettre une opinion à cet égard, on peut supposer que l'oxisulfure naturel de Pont-Gibaud est le produit de la réduction d'un sulfate de zinc par la matière résineuse qui y est mélangée, d'autant plus qu'Arfwedson a obtenu divers oxisulfures en réduisant des sulfates métalliques par des courans d'hydrogène.

---

35. *Sur l'*ARSENIC BISMUTIQUE (*arsenic glauz*) *de Palbaum, près Marienberg;* par M. Kersten. (Annuaire de Freyberg, 1833.)

J'ai analysé ce minéral en 1827, et j'y ai trouvé

0,03 de bismuth et le reste en arsenic sans soufre. M. Berzélius ayant trouvé du soufre dans les échantillons qu'il a examinés ; il paraît qu'il y en a plusieurs variétés. Ce minéral se distingue de l'arsenic pur par sa grande combustibilité ; lorsqu'une fois il a été embrasé par le grillage, il continue à brûler jusqu'à la fin, après qu'on l'a retiré du feu, et lors même qu'on le met au contact d'un corps froid. M. Fischer a constaté la même propriété dans les alliages artificiels d'arsenic et de bismuth, et il a reconnu qu'il suffit de $\frac{1}{100}$ de bismuth pour communiquer cette grande combustibilité à l'arsenic.

36. *Notice sur les* PLOMB CARBONATÉS *blancs et noirs* ; par M. J. Fournet, directeur des mines de Pont-Gibaud, département du Puy-de-Dôme. (Ann. de l'Auvergne.)

Il résulte de la position que les minerais de plomb carbonaté affectent dans les filons, qu'ils sont le produit de l'altération des galènes par l'action graduée des agens atmosphériques. En effet, ils ne se rencontrent guères que dans les parties pouries, fendillées, drusiques et perméables aux eaux; ces présomptions sont confirmées par le mélange des sulfates avec les carbonates et surtout par celui des carbonates noirs avec les carbonates blancs, qui a lieu quelquefois de telle manière, que c'est le carbonate noir qui se trouve sous forme de nuage dans l'intérieur d'un cristal de carbonate blanc. Ce n'est donc pas généralement le contact d'une matière sulfureuse qui a altéré le carbonate blanc pour l'amener à l'état de carbonate noir, puis à celui de galène, comme on le suppose dans

les traités de minéralogie, car dans ce cas la surface du cristal aurait dû être altérée avant l'intérieur.

En second lieu, les galènes étant ordinairement argentifères, on conçoit facilement que le sulfure d'argent a dû nécessairement résister davantage à l'oxidation que celui de plomb, en sorte que si l'on démontre que la masse principale de la substance noire qui colore ces carbonates est du sulfure d'argent, on aura établi aussi rigoureusement que possible que c'est réellement à l'altération successive des galènes que sont dus les carbonates de plomb.

J'ai donc fait une série d'essais sur les carbonates de diverses localités, de gisemens très-variés et cristallisés, en masse ou terreux, de laquelle il résulte :

1°. Que les carbonates de plomb blancs sont presque sans traces d'argent ;

2°. Que les carbonates noirs et surtout leur résidu insoluble dans l'acide acétique, sont très-argentifères ;

3°. Que la portion soluble des carbonates noirs est presque sans traces d'argent comme les carbonates blancs ;

4°. Enfin que les galènes sont de richesse généralement moindre que le résidu insoluble dans l'acide acétique des carbonates noirs de même localité.

On n'a rencontré d'exception à cette règle, que le carbonate blanc de Chéronies, examiné par M. Berthier, dans lequel l'argent était dans un état de solubilité complète dans l'acide acétique, ce qui ne prouve autre chose, sinon que ce dernier minerai a subi le plus haut degré d'altération, au

point que le sulfure d'argent a lui-même fini par s'oxider.

Le carbonate d'argent d'Altwolfach démontre encore que de pareilles oxidations, poussées à l'extrême, peuvent avoir lieu dans le sein des filons, car ce minerai semble n'être autre chose qu'une épigénie de l'argent antimonié sulfuré.

La couleur noire des carbonates de plomb n'est cependant pas due exclusivenent au sulfure d'argent; le sulfure de plomb non attaqué en forme même le majeure partie; et dans quelques circonstances exceptionnelles elle peut provenir d'un mélange de carbone suivant Lampadius, et d'une certaine dose de peroxide de cuivre, suivant Bergemann, ainsi qu'il l'a trouvé dans un minerai de Bleyberg près de Cologne.

Il existe néanmoins des apparences de régénération de la galène aux dépens du carbonate de plomb; certains cristaux de galène en octaëdres irréguliers et en prismes paraissent être dans ce cas; néanmoins il y aura toujours incertitude à leur égard jusqu'à ce qu'on ait démontré qu'ils ne sont pas effervescens dans l'acide acétique.

Il est permis aussi de supposer que plusieurs galènes régénérées sont dues à la réduction du sulfate de plomb par des matières organiques ou autres réductifs; le fait est au moins fréquent à l'égard du sulfate de fer, d'après mes observations et autres, et il paraît se reproduire pour le sulfate de plomb; c'est ainsi qu'on peut s'expliquer les bois recouverts de galène et les ossemens humains incrustés de cette substance, que les anciens minéralogistes, Wallerius et Valmont de Bomare, citent dans leurs ouvrages.

37. *Sur le* PLOMBO-CALCITE, *ou carbonate double de chaux et de plomb* ; par M. Johnston. (Edim. Jour., n. s., t. 6, p. 79.)

Le nouveau minéral dont il est question dans cet article a été trouvé en grande quantité au fond de la mine de Vanlockhead. Il est en masses lamelleuses, blanches et opaques, ou en cristaux rhomboédriques, tantôt isolés, tantôt groupés ; les faces des cristaux sont un peu courbes ; mais on peut néanmoins s'assurer facilement que les angles du rhomboïde sont à très-peu près les mêmes que ceux du spath calcaire. Sa pesanteur spécifique est de 2,824. Il est composé de :

Carbonate de chaux.	0,922	1,000
Carbonate de plomb.	0,078	
Oxide de fer.	trace	

Ainsi, dans ce minéral, l'oxide de plomb prend la forme qu'a la chaux dans le spath calcaire, tout comme la chaux prend dans l'aragonite la forme qu'a l'oxide de plomb dans le carbonate de plomb, d'où il suit que l'oxide de plomb est dimorphe de même que la chaux.

---

38. *Analyse du* PHOSPHATE DE PLOMB BRUN (*Braunbledoy*) *de Freyberg*; par M. Kersten. (Annuaire de Freyberg, 1833.)

La variété du phosphate de plomb dont il est question dans cet article a été trouvée en 1830 dans les mines de Sonnenwabel et de Saint-Nicolas. Elle est en rognons concrétionnés, à couches arc-centriques, d'un brun de giroflée passant au jaune isabelle. Sa pesanteur spécifique est de 6,092. Elle est composée de :

Acide phosphorique et arsénique. .	0,1936	1,0000
Oxide de plomb.	0,7217	
Chaux.	0,0647	
Acide muriatique.	0,0200	

sa formule est :

$$\left.\begin{matrix}Pb\,Cl\\Ca\,Cl\end{matrix}\right\} + 3\left.\begin{matrix}Pb^3\\Ca^3\end{matrix}\right\}P$$

qui donne :

Chlorure de plomb. . . .	0,1084	1,0000
Chlorure de calcium. .	0 0109	
Phosphate de plomb. .	0,7702	
Phosphate de chaux. .	0,1105	

39. *Analyse des* SCORIES *qui proviennent de la poussée des matières d'or et d'argent* ; par M. P. Berthier. (Ann. de Ch., t. 44, p. 124.)

Dans les établissemens où l'on sépare l'or de l'argent par le moyen de l'acide sulfurique concentré, on commence par amener les matières que l'on a à traiter à ne contenir qu'une certaine proportion *minimum* de cuivre, 0,04 à 0,05 tout au plus, parce que l'expérience a appris que, lorsque la proportion de ce métal est plus forte, la grande quantité de sulfate de cuivre qui se forme, sel qui n'est pas soluble dans l'acide sulfurique concentré, empâte l'alliage et arrête l'action de l'acide. L'opération par laquelle on enrichit les matières que l'on doit soumettre au départ se nomme *poussée*. Voici comment on l'exécute : on chauffe les lingots jusqu'au rouge, et, en les frappant dans cet état, on les réduit aisément en morceaux très-petits; on introduit ces morceaux dans des creusets avec un dixième de leur poids de nitre, et on chauffe graduellement jus-

qu'à pleine fusion dans un fourneau à vent : on coule la matière fondue dans une lingotière, on remet sur-le-champ le creuset au feu, on le remplit et on recommence une nouvelle opération. Les scories deviennent liquides et nagent sur l'alliage; les ouvriers les désignent sous le nom de *litharges*; elles sont compactes, d'un brun rouge pâle et terne. Lorsqu'on les laisse exposées à l'air, elles en attirent promptement l'humidité : broyées dans l'eau, elles abandonnent peu à peu toute la potasse qu'elles contiennent en combinaison. Comme elles sont souvent mélangées de grenailles, pour en avoir d'aussi pures que possible, j'en ai réduit en poudre très-fine que j'ai délayée dans beaucoup d'eau, j'ai décanté la liqueur trouble sur un filtre, j'ai bien lavé le dépôt et je l'ai fait sécher à une douce chaleur. Je me suis servi d'un échantillon que j'avais recueilli moi-même dans l'établissement de Belleville, appartenant à M. Lebel.

Ces scories sont très-riches en argent : celles que j'ai examinées ont donné à l'essai 0,0864 de ce métal. Lorsqu'on les traite par un acide oxigéné quelconque, autre que l'acide nitrique, une grande partie du cuivre se dissout et se trouve dans la liqueur à l'état de deutoxide, et l'argent se trouve en totalité dans le résidu à l'état métallique; l'acide nitrique, au contraire, dissout tout le cuivre et tout l'argent avec dégagement de gaz nitreux. On pourrait croire, d'après ces faits, que l'argent n'est que disséminé à l'état métallique dans les scories; mais la manière dont celles-ci se comportent avec l'acide muriatique prouve qu'il n'en est pas ainsi : en effet, elles se dissolvent promptement et presque en totalité dans cet acide, et si

on lave le résidu avec le même acide étendu d'eau, il ne reste que l'argent; mais il n'est pas en totalité à l'état métallique, il y en a une partie à l'état de chlorure, et l'on peut aisément déterminer la proportion relative du métal et du chlorure par le moyen de l'ammoniaque qui ne dissout que ce dernier; or, le chlorure ne peut provenir que de l'oxide contenu dans les scories. Lorsqu'on traite celles-ci par un acide oxigéné, l'argent ne reste pas dans la liqueur, parce qu'il est immédiatement réduit et précipité par le protoxide de cuivre, qui est la substance dominante dans les scories. J'ai trouvé, dans l'échantillon que j'ai analysé, 0,0434 au moins d'argent combiné à l'état d'oxide, et 0,0430 tout au plus d'argent métallique disséminé en particules indiscernables.

Comme l'argent pur n'est pas attaquable par le nitre, il est très-probable que, dans l'opération de la *poussée*, il n'est oxidé que par l'action du deutoxide de cuivre, dont il se produit une certaine quantité, soit à la faveur du contact de l'air, soit parce que le nitre se trouve çà et là en excès.

Le meilleur parti qu'on puisse tirer des *litharges* est de les employer pour saturer l'excès d'acide des dissolutions de sulfate d'argent qui résultent de l'action de l'acide sulfurique sur les alliages que l'on soumet au départ; c'est ce que fait M. Lebel : de cette manière, non-seulement on extrait tout l'argent contenu dans les litharges, mais on économise une partie du cuivre métallique qui est nécessaire pour précipiter l'argent de son sulfate, puisque le protoxide produit le même effet en se suroxidant aux dépens de l'argent qu'il réduit.

Dans quelques usines, on broie les litharges.

avec les débris des creusets, et on les *tourne* avec du mercure ; on en sépare, par ce moyen, tout l'argent qui s'y trouve à l'état métallique ; mais l'expérience prouve que l'oxide ne se réduit pas et se trouve en totalité dans le résidu : aussi fond-on ceux-ci au fourneau à manche, avec d'autres matières, pour en extraire du cuivre argentifère, que l'on emploie ensuite à précipiter l'argent. J'ai trouvé, dans un résidu de *litharge tournée* provenant de l'usine de M. Guichard, située rue Chapon, n°. 14 :

Mélange de protoxide et de deutoxide de cuivre..	0,590 ;
Oxide d'argent..	0,040 ;
Argile (débris de creuset).	0,170 ;
Oxide de fer et alumine..	0,070 ;
Carbonate de potasse.	0,015 ;
Eau.	0,115.
	1,000.

Quand on traite ce résidu par l'acide muriatique, il se forme une dissolution brune-verdâtre qui contient beaucoup de proto-chlorure de cuivre ; en lavant la partie insoluble avec de l'ammoniaque, il se dissout du chlorure d'argent, et en faisant bouillir ensuite l'argile, qui reste non dissoute, avec de l'acide nitrique pur, on ne peut en extraire que des traces d'argent ; cela prouve que la presque totalité de ce métal se trouve dans la matière à l'état d'oxide.

La grande quantité de sulfate de cuivre qui se produit dans les ateliers de départ fait que ce sel est tombé à vil prix, et qu'on trouve très-difficilement à le vendre. On pourrait s'en servir en remplacement du nitre dans l'opération de la poussée ; j'en ai fait l'essai, qui a parfaitement réussi ; le sel oxide par l'oxigène que l'acide sul-

furique abandonne, en se transformant en acide sulfureux, et par celui que cède le deutoxide de cuivre en passant à l'état de protoxide. Lorsqu'on chauffe 3 at. de cuivre rouge avec 1 at. de sulfate de cuivre, on a du protoxide pur en masse scoriforme ramollie, mais assez difficilement fusible; mais, si l'on substitue un alliage d'argent et de cuivre au cuivre pur, les scories se fondent complétement, parce quelles contiennent de l'oxide d'argent. Il se pourrait même que la proportion de cet oxide fût plus grande en opérant la poussée par le sulfate de cuivre qu'en suivant le procédé actuel; mais cela n'aurait aucun inconvénient, puisque l'on ne perd pas une trace de métal, et il en résulterait, au contraire, l'avantage d'enrichir l'alliage en or.

Les scories étant employées à précipiter l'argent des dissolutions sulfuriques, on voit que, en se servant du sulfate de cuivre pour faire la poussée, l'oxide coutenu dans ce sel agirait d'abord comme oxidant en perdant la moitié de son oxigène, et ensuite comme réductif en reprenant cet oxigène: pour ce dernier effet, il équivaudrait à la moitié du cuivre métallique qu'il renferme.

Il faudrait probablement employer en grand deux parties de sulfate de cuivre cristallisé pour remplacer une partie du nitre; mais il y aurait à considérer que, quand le nitre a produit son effet, il est entièrement perdu, tandis que l'oxide de cuivre, qui fait la base du sulfate, se conserve indéfiniment, en jouant alternativement le rôle d'oxidant et le rôle de réductif.

MÉMOIRE

Sur les groupes du Cantal, du Mont-Dore, et sur les soulèvemens auxquels ces montagnes doivent leur relief actuel.

Par MM. DUFRÉNOY et ÉLIE DE BEAUMONT,
Ingénieurs des Mines.

Introduction.

SUR LES CRATÈRES DE SOULÈVEMENT EN GÉNÉRAL.

Pendant long-temps la géologie positive n'a été qu'une extension de la minéralogie. On étudiait les élémens minéralogiques, dont la réunion constitue la masse des montagnes, et on se bornait à conclure l'origine ignée ou aqueuse de ces masses d'après la nature de ces mêmes élémens, d'après la possibilité de concevoir leur formation par la voie sèche, par la voie humide ou par voie de sédiment mécanique. Les incertitudes que présentait ce genre de spéculation ont fait naître les disputes opiniâtres des vulcanistes et des neptuniens.

Depuis lors les progrès des observations on tconduit les géologues à envisager de plus haut la structure des montagnes. Ils ont appris à lire dans leurs formes extérieures, et dans la disposition relative de leurs différentes parties, les effets des mouvemens qu'ont subis, après une consolidation plus ou moins complète, les masses qui les constituent. De ce nouveau genre de considérations est résultée une branche particulière de la

science, celle qu'on désigne vulgairement sous le nom de théorie des soulèvemens.

Les montagnes volcaniques, qui reposent sur les portions de l'écorce de notre globe les plus sujettes à des mouvemens intérieurs, et qui sont composées en partie de roches dont la position originaire est facile à assigner, puisqu'elle a été commandée par les lois de l'hydrostatique, présentaient le champ le plus naturellement ouvert à ce genre d'investigation; aussi ont-elles donné naissance à celle de toutes les théories géologiques qui offre le plus complétement ce caractère d'évidence et de rigueur qu'on désirerait trouver dans toutes les parties d'une science basée avant tout sur l'application des lois générales de la physique. Nous voulons parler de la théorie des *cratères de soulèvement*, par M. Léopold de Buch.

Cette théorie, toute simple qu'elle est, a rencontré des objections qui pourraient faire croire qu'un grand nombre de géologues ne l'ont pas envisagée sous son véritable point de vue. Nous espérons donc qu'on nous pardonnera de faire précéder ce mémoire, consacré à l'étude de deux groupes de montagnes auxquels elle s'applique en partie, par quelques remarques qui nous semblent propres à en mieux faire saisir l'esprit.

Supposons qu'à la cime d'un monticule d'une forme conique, à peu près régulière, jaillisse une source dont les eaux, après avoir coulé sur sa déclivité suivant la ligne de plus grande pente, se rassemblent dans un lac situé à son pied.

Concevons que la température s'abaisse d'un certain nombre de degrés au-dessous du terme de

la congélation de l'eau. Les eaux de la source n'arriveront plus en entier à la base du cône, une partie se congèlera sur la surface du sillon que leur écoulement aura préalablement creusé sur la déclivité du cône. Ce sillon sera bientôt rempli, et l'eau, obligée de suivre un autre cours, ne tardera pas à revêtir une partie plus ou moins considérable de la surface du monticule de traînées de glace concrétionnée. Si le phénomène se prolonge, et si le monticule est à peu près régulier, il finira par être complétement recouvert de filets de glace disposés suivant les arêtes de la surface conique extérieure.

Les eaux du lac auront gelé en même temps que celles qui coulent sur la pente du monticule.

Supposons, en second lieu, qu'une explosion souterraine, ou toute autre force agissant de bas en haut, fasse céder la glace, en produisant d'abord une cassure rayonnée analogue à celle d'une bouteille *étoilée* par un choc léger, et en relevant ensuite autour du centre de rupture les pointes des fragmens triangulaires convergens; ces fragmens triangulaires, en tournant chacun autour de celui de leurs côtés, qui est opposé à leur sommet commun, pourront s'élever de manière à ce que leurs plans prolongés passant par un même point de la verticale du centre de rupture, forment une pyramide dont le sommet lui correspondra verticalement. Cette pyramide, sur toutes les arêtes de laquelle les triangles relevés laisseront nécessairement quelques vides, pourra cependant au premier aspect, si les dimensions générales sont analogues de part et d'autre, présenter quelque ressemblance avec le cône revêtu de glace,

dont nous avons parlé en premier lieu. De part et d'autre ce serait de la glace inclinée de toutes parts à partir d'un point central. Un observateur, qui ne ferait pas attention aux interstices que présente la seconde pyramide, ou qui les attribuerait à quelque cause accidentelle indépendante de son origine, pourrait croire d'abord que les deux pyramides ont été formées de la même manière. Mais s'il porte successivement le marteau sur la glace de l'une et de l'autre, s'il en détache des fragmens, et s'il examine d'un œil attentif et avec des instrumens convenables leur structure cristalline, il s'apercevra que celle du premier cône a été formée par la superposition graduelle de coulées qui peuvent s'être solidifiées dans leur position actuelle, tandis que la glace du second a cristallisé à la surface d'une eau tranquille et par conséquent dans une position horizontale, et ne peut avoir été placée dans sa position inclinée actuelle que par l'effet d'un mouvement postérieur à sa consolidation.

Les terrains volcaniques présentent deux espèces de montagnes, qui, par le mode de leur formation et par les moyens qu'on peut employer pour les distinguer, correspondent aux deux monticules revêtus de glace dont nous venons de parler.

Les cônes du Vésuve et de l'Etna, couverts en partie de traînées étroites de laves scoriacées ou au moins bulbeuses qui se sont arrêtées dans les sillons qui altéraient la régularité de leurs flancs, appartiennent à la première espèce.

Les surfaces de l'île de Palma, de l'île de Ténériffe, du massif du Cantal, appartiennent à la seconde espèce; elles sont revêtues de nappes

de basalte qui n'ont pu s'étendre uniformément en tous sens, et se diviser tranquillement en prismes perpendiculaires à leurs surfaces supérieure et inférieure, que dans une position sensiblement horizontale, et dont l'inclinaison actuelle est aussi évidemment l'effet d'un mouvement postérieur à leur origine, que le serait celle de la glace du second des deux monticules dont nous avons parlé précédemment.

Cette distinction repose sur le fait observé au Vésuve, à l'Etna, à Ténériffe, en Islande, à l'île de Bourbon, et sur plusieurs des volcans modernes de l'Auvergne et du Vivarais, que les coulées de laves n'ont laissé, sur les flancs inclinés des cônes qui les ont vomies, que des traînées étroites de matières scoriacées, résultat de la solidification rapide de leur surface; tandis que la matière de ces coulées, lorsqu'elle était abondante, s'est toujours dégagée de dessous le manteau irrégulier, dont le froid atmosphérique la recouvrait, et n'a cessé de prendre les caractères qui sont le résultat nécessaire d'un refroidissement rapide, que dans des positions où, quoique liquide encore, elle ne pouvait plus couler; qu'elle ne s'est étendue en larges nappes, comparables par leur structure minéralogique et géométrique aux nappes de basalte, que dans des dépressions à fond plat, qu'elle n'a guères rencontrées que vers le pied des cônes. Conformément aux lois de l'hydrostatique, la matière fondue s'est arrêtée sur ces terrains plats en formant des lacs enflammés, où elle a pris, par un refroidissement lent, une structure plus serrée et moins bulleuse que celle des laves figées rapidement sur les flancs inclinés des montagnes, et où elle a conservé après sa congélation une surface horizontale.

Les nappes basaltiques, soit qu'elles aient été produites, comme l'ont pensé quelques géologues, par d'anciens cratères aujourd'hui détruits, soit qu'elles doivent plutôt leur origine, comme la lave de lancerote, à un épanchement à travers des fentes, n'offrent d'analogie qu'avec ces larges expansions que présentent vers leurs parties inférieures un grand nombre de coulées modernes. C'est cette analogie qui a conduit M. de Humbolt à opposer, avec la justesse et la profondeur d'aperçus qui caractérisent tous ses ouvrages, les laves qui coulent en *bandes étroites* des cratères des volcans permanens, aux *nappes basaltiques* qui constituent de larges plateaux.

Un courant de lave pourrait s'étendre en larges nappes sur la croupe même d'un volcan, s'il y rencontrait une dépression semblable, par exemple, à celles dans lesquelles prennent ordinairement naissance les tourbières des pays de montagnes; mais dans ce cas sa surface serait sensiblement horizontale, et une large nappe basaltique disposée en plan incliné ne peut avoir eu une telle origine. Celles dont le Cantal est revêtu ne se sont pas plus formées dans des dépressions circonscrites, que les terrains d'eau douce qui s'élèvent graduellement depuis les plaines du Berry jusqu'au delà de Brioude. Dans un cas, pas plus que dans l'autre, on n'aperçoit la moindre trace des rebords qui auraient formé l'enceinte des bassins supposés.

Une pente couverte de basalte est donc aussi évidemment, et même plus évidemment, due à un mouvement de l'écorce du globe, qu'une pente formée par une couche de calcaire à lymnés déposée dans les eaux d'un marais; il en résulte

qu'*un cône revêtu de basaltes est nécessairement un cône de soulèvement*.

L'analogie qu'on a cru trouver entre les alternations de tufs et de laves qui s'étendent de la cime à la base d'un cône d'éruption, et les alternations de basalte solide et de tufs que peut présenter un cône dont la surface est formée par des nappes basaltiques inclinées, est donc une pure déception; en effet, elle disparaît d'elle-même si, au lieu de comparer deux coupes passant par le point central, on compare deux coupes faites par des cylindres verticaux, concentriques aux axes de deux montagnes appartenant aux deux classes dont il s'agit. Dans la coupe ainsi obtenue dans le cône revêtu de basalte, on verra les assises successives de basalte et de tuf se terminer par de longues lignes à très-peu près parallèles et horizontales. Dans la coupe fournie par le cône d'éruption, chaque coulée de lave ne présentera au contraire qu'une section isolée, peu étendue, et les sections des différentes coulées seront disposées irrégulièrement, au milieu de la masse générale des tufs dus aux déjections incohérentes. Les assises successives de ces tufs devront elles-mêmes présenter de grandes irrégularités, puisque chacune d'elles, avant le dépôt de la suivante, aura été soumise aux agens de destruction qui agissent avec une si grande violence sur les flancs des volcans en éruption.

Le même mode de distinction s'applique avec la même évidence, si on compare aux bandes étroites laissées sur les cônes des volcans permanens par les différentes coulées de lave, les énormes nappes trachytiques qui constituent en partie

le massif du Mont-Dore, et qui forment presque toute la surface de ses pâturages élevés.

Il serait aisé d'exprimer par le calcul les rapports qui existent nécessairement entre la position que peuvent avoir reçue les glaçons résultant de la rupture de la glace d'un étang, et celle qu'ils avaient primitivement au moment de leur cristallisation. Si l'observation constate que certaines masses de roches, dont la surface est aujourd'hui rectiligne et continue, mais inclinée, se sont formées comme des glaçons par la consolidation tranquille d'une masse liquide, le même genre de rapports existera entre la position actuelle de leur surface et sa position primitive ; ces rapports pourront se calculer directement et indépendamment des mouvemens plus composés que devront avoir éprouvés les masses plus profondément situées qui leur servent de support. C'est le cas, par exemple, des nappes balsatiques, c'est également celui des trachytes lorsqu'ils forment des nappes étendues en tous sens; les calculs qu'on pourrait faire, relativement à des masses rectilignes et continues, mais inclinées, de roches de ce genre, s'appliqueraient même presque rigoureusement à des montagnes dont les surfaces seraient formées de parties rectilignes et continues, mais sensiblement inclinées de couches de sédiment.

Supposons, par exemple, que des nappes basaltiques, dont l'étendue en tous sens, et la compacité annoncent que le refroidissement a eu lieu dans une position horizontale, se relèvent uniformément à partir d'une circonférence de cercle vers une verticale élevée au centre de cette circonférence. Ces diverses nappes, dans leur position relevée, font partie de la surface d'une pyramide ayant pour

base la surface plane que composaient ces mêmes nappes avant leur relèvement. La surface supérieure de la pyramide étant nécessairement plus grande que celle de sa base, il est évident que les nappes relevées ne peuvent l'occuper en entier, et qu'elles doivent au contraire laisser entre elles des vides le long des arêtes et autour du sommet. Le nombre et la disposition de ces vides dépend de la manière dont la surface plane primitive aura pu *s'étoiler* au moment de la première action de la force soulevante et du nombre de fractures divergentes qui se seront formées autour du point central de soulèvement. Ce nombre n'est pas limité; il serait même possible que, dans la plus grande partie de sa surface, la masse soulevée n'eût fait que se fendiller d'une manière presque imperceptible vers les bords, et se fût alors élevée suivant la forme d'un cône régulier, présentant seulement à son sommet une crevasse rayonnée. Ce dernier cas est la limite des formes que comporte l'hypothèse que nous considérons; et comme dans une pareille question ce n'est qu'une limite qu'on peut se proposer de trouver pour le calcul, ce sera ce cas extrême seulement que nous traduirons en analyse.

Soit donc R le rayon d'un cercle tracé sur une surface basaltique primitivement horizontale, et qui se trouve relevée de toutes parts de la circonférence vers un point central; soit H la hauteur comprise entre la position primitive du centre et le point de la verticale de ce même centre vers lequel se dirigent les surfaces basaltiques relevées. Le cône limite, que nous substituons par la pensée à la pyramide plus ou moins régulière à

laquelle le soulèvement aura donné naissance, présentera les élémens suivans.

Rayon de la base.	$= R$
Hauteur.	$= H$
Apothème.	$= \sqrt{R^2 + H^2}$
Surface de la base	$= \pi R^2$
Surface extérieure du cône.	$= \pi R \sqrt{R^2 + H^2}$

La somme des interstices produits dans le soulèvement par l'écartement des élémens de la surface primitive, aura pour mesure l'excès de la surface extérieure du cône sur la surface de sa base.—Si donc on appelle S la surface totale des fractures on aura :

$$S = \pi R \sqrt{R^2 + H^2} - \pi R^2 = \pi R^2 \left(\sqrt{1 + \frac{H^2}{R^2}} - 1 \right),$$

ou, en développant le radical et supprimant l'unité qui se trouve en plus et en moins :

$$S = \pi R^2 \left(\frac{1}{2} \frac{H^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{H^4}{R^4} + \frac{1}{16} \frac{H^6}{R^6} - \frac{5}{128} \frac{H^8}{R^8} + \frac{7}{256} \frac{H^{10}}{R^{10}} - \ldots \right)$$

Cette série peut se mettre sous la forme suivante :

$$S = \frac{1}{2} \pi H^2 - \pi \left(\frac{1}{8} - \frac{1}{16} \frac{H^2}{R^2} \right) \frac{H^4}{R^2} - \pi \left(\frac{5}{128} - \frac{7}{256} \frac{H^2}{R^2} \right) \frac{H^8}{R^6} - \ldots$$

de manière à ne présenter qu'un premier terme affecté du signe + et une suite infinie de termes affectés du signe —.

Dans tous les cônes de soulèvement auxquels il y aura lieu de faire l'application de cette formule, l'inclinaison des nappes basaltiques ou

trachytiques est toujours plus petite que 45°. A Stromboli, d'après M. Hoffmann, elle est de 25 à 30°, et c'est la plus considérable qu'on ait citée. Par conséquent on a toujours $H < R$, d'où il résulte d'abord que tous les termes affectés du signe moins sont réellement négatifs. Le terme $\frac{1}{2} \pi H^2$ est donc la seule partie positive de la série et forme la limite supérieure de sa valeur. La valeur absolue de chacun des termes négatifs décroît à mesure que le rapport de H à R diminue, de sorte que pour les valeurs de ce rapport qui se présentent ordinairement, le 1er. terme de la série $\frac{1}{2} \pi H^2$ donne une approximation de la valeur de S plus que suffisante dans une question du genre de celle qui nous occupe. Dans le cas de $H = R$, qui est un cas extrême, la partie négative de la série se réduirait à la somme de ses coefficiens numériques multipliée par πH^2 ou à $(\frac{3}{2} - \sqrt{2}) \pi H^2 = 0{,}0858 \, \pi H^2$ et la série complète à $(0{,}5 - 0{,}0858) \pi H^2$, expression dont le second terme peut être négligé sans commettre une erreur supérieure à $\frac{1}{5}$ du total. Lorsque l'inclinaison des arêtes du cône est de 26° 33′ 54″, inclinaison qui s'éloigne peu de celle observée par M. Hoffmann à Stromboli, et qui est supérieure aux inclinaisons observées dans la plupart des cas analogues, $\frac{H}{R}$ est égal à $\frac{1}{2}$, et la partie négative de la série se réduit à $\pi H^2 (4{,}5 - 2\sqrt{5}) = \pi H^2 \times 0{,}02986$, et la série totale à $\pi H^2 (0{,}5 - 0{,}02986)$, expression dont le second terme peut être négligé sans commettre une erreur supérieure à $\frac{1}{16}$ du total. Pour les inclinaisons plus petites, l'approximation serait encore plus grande; on peut donc dire que la somme des interstices que laissent entre

elles les nappes basaltiques relevées, est donnée avec une approximation suffisante par la formule

$$S = \frac{1}{2}\pi H^2, \quad (1).$$

qui est la mesure de la moitié du cercle décrit avec un rayon égal à la hauteur H.

Cette expression étant indépendante du rayon R de la base, on voit que, dans tous les cônes de soulèvement de même hauteur, la somme des interstices laissés entre elles par les nappes basaltiques, doit être sensiblement la même. Seulement ces interstices sont répartis sur une surface d'autant plus grande, que la base du cône est plus large. De là il résulte que, toutes choses égales, un pareil cône présente des élémens d'autant plus divisés, d'autant plus accessibles à l'action des agens atmosphériques, et par conséquent d'autant plus susceptibles de s'écrouler et d'être entraînés par suite de l'action destructive de ces agens, qu'il offre une base plus étroite et des flancs plus inclinés.

Nous avons supposé que l'espace soulevé était sensiblement circulaire. Si au lieu de cela il s'étendait de différens côtés à des distances diverses du centre de soulèvement, on pourrait le partager en plusieurs secteurs qu'on assimilerait respectivement aux secteurs correspondans de différens cônes ayant tous une même hauteur H. Les vides que présenteraient ces secteurs auraient pour mesure approchée des fractions correspondantes à leur amplitude respective du demi-cercle $\frac{1}{2}\pi H^2$. Ainsi, dans un secteur de 45°, pris dans une direction quelconque autour du centre de soulèvement, la somme des interstices produits par les déchiremens serait toujours à très-peu près $\frac{1}{16}\pi H^2$, quelle que fût

dans cette direction la douceur ou la rapidité de la pente. On voit aisément d'après cela que dans une pyramide de soulèvement telle que celle que nous considérons, le côté le plus court et le plus rapide, doit, toutes choses égales, être le plus fendillé.

Ce qui précède ne s'applique qu'à la surface supérieure des nappes basaltiques soulevées, et n'est rigoureusement vrai que pour la pellicule extérieure de la pyramide de soulèvement. Tous les points situés à une profondeur sensible au dessous de la surface extérieure se gênent réciproquement dans le mouvement ascensionnel que nous leur supposons. En effet, si on traçait un triangle isocèle sur la surface supérieure et horizontale d'une masse d'une épaisseur sensible, et si, après avoir coupé et dégagé cette masse suivant les deux côtés égaux du triangle, on l'inclinait en la faisant tourner autour du 3[e]. côté comme charnière, les différens points de cette même masse, qui dans sa position primitive se trouvaient dans une même verticale, se trouveraient, après le mouvement, dans une même tangente au cercle décrit par celui d'entre eux qui fait partie de la surface supérieure. Le mouvement que je viens d'indiquer ne peut s'effectuer, sans que tous les points intérieurs de la masse en question éprouvent un déplacement relatif plus ou moins considérable, qu'autant que cette masse se trouve, ainsi qu'on l'a supposé, préalablement dégagée sur deux de ses côtés. Dans tout autre cas, il doit nécessairement y avoir, au moins dans le premier moment, un déplacement relatif plus ou moins considérable des différentes parties de la masse soulevée.

Il est aisé de voir que, lorsqu'une portion de la surface du globe se relève circulairement autour d'un point central, ses divers points n'acquièrent la liberté complète de mouvement dont il vient d'être question, qu'à mesure qu'ils atteignent le plan de la surface primitive, et que jusque-là ils sont forcés à un déplacement relatif qui nécessite dans toute la masse une sorte d'écrasement latéral. Les différens élémens qui, dans la position originaire, sont placés sur une circonférence dont l'axe de soulèvement traverse le centre, doivent rester sur une circonférence égale tant que le mouvement de charnière des différens secteurs tend à les rapprocher de l'axe; ils ne peuvent sortir de cette position que, lorsque ayant dépassé le plan horizontal de la surface primitive, le même mouvement de charnière tend à les écarter de l'axe. On déduit aisément de là que les fentes produites par le soulèvement n'ont pas la même largeur à toutes les hauteurs; qu'elles sont nulles dans le plan de la surface primitive, et prennent, à mesure qu'on s'élève au-dessus de cette surface, des largeurs de plus en plus grandes; si on considère l'ensemble des points qui, dans ce mouvement, occupent simultanément le plan de la surface primitive, et si en les suivant par la pensée dans leur mouvement, on leur applique le même calcul qu'à la surface primitive elle-même, on voit que sur chacun des cônes qui auraient même base et même axe que le cône extérieur et des hauteurs H', H'', H''', comprises entre o et la hauteur H du cône extérieur, la somme des interstices aurait pour expression approchée

$$\frac{1}{2}\pi H'^2,\ \frac{1}{2}\pi H''^2,\ \frac{1}{2}\pi H'''^2.$$

et pourrait être représentée aproximativement par la surface d'un demi-cercle dont le rayon serait H', H'', H'''.

En basant uniquement le calcul sur la disposition des parties extérieures, qui sont les seules qu'on puisse observer, on fait une chose rationnelle et conforme au véritable esprit de la géologie, qui est toujours de chercher à deviner le dessous par l'inspection du dessus, ce qui est invisible d'après ce qui se montre au jour. On peut faire des hypothèses diverses sur la structure physique de la partie de l'écorce solide de la terre qui est inaccessible à nos regards, et les anomalies observées dans la longueur des arcs terrestres et dans celle du pendule à secondes, montrent que ce ne seraient que des hypothèses compliquées qui présenteraient quelques chances de réalité. Des hypothèses que l'on ferait à cet égard, dépendraient celles qu'on pourrait admettre sur la manière dont cette écorce a pu être pénétrée, et dont sa pellicule extérieure a pu être brisée et soulevée par des matières venues de l'intérieur. Ici nous avons l'avantage de nous trouver en dehors de toutes ces hypothèses puisque les circonstances *observées* dans la pellicule extérieure peuvent directement se traduire en analyse.

La difficulté qu'on éprouve à rendre complétement raison des mouvemens relatifs qu'auront dû éprouver les parties de l'écorce terrestre situées à une profondeur un peu considérable au-dessous de la pellicule extérieure dans la quelle on reconnait les preuves d'un soulèvement, pourrait cependant, au premier abord, paraître à quelques personnes un motif pour révoquer en doute la validité de ces preuves. Mais,

pour ne pas sortir des terrains volcaniques, nous nous bornerons à opposer à cette objection un fait qui s'observe très-souvent dans les éruptions. Tout le monde sait que les laves ne coulent pas toujours par le cratère du volcan, que souvent elles s'épanchent par ses ouvertures latérales; que souvent, dans une même éruption, ces ouvertures latérales sont en grand nombre, et que, dans une éruption latérale du Vésuve, il s'en est ouvert jusqu'à quinze dans le même moment; que dans le cas où il s'ouvre ainsi plusieurs bouches latérales, elles sont en général rangées à peu près sur une même arête du cône volcanique, ce qui indique qu'elles sont comprises dans le plan d'une fissure dont le prolongement passe par le foyer volcanique même. Toutes les fois qu'on a pu étudier la structure d'un cône qui a eu une longue série d'éruptions, on l'a trouvé traversé par un grand nombre de filons produits par des laves qui ont rempli de pareilles fissures, dont l'épaisseur des filons montre qu'elle a été l'ouverture. Cette épaisseur est souvent de plusieurs mètres. Or, il est évident que ces fissures, avec écartement sensible des parois, n'ont pu se produire sans que tout le terrain qu'elles traversent ait été soulevé d'une quantité correspondante à leur largeur. Il est donc *de fait* que les foyers volcaniques, lors même qu'ils sont munis de cratères et de cheminées, qui leur servent pour ainsi dire de soupapes de sûreté, ont une énergie suffisante pour soulever d'une quantité notable toute la surface du sol qui les recouvre; ainsi on ne serait pas fondé à nier la possibilité du soulèvement d'une masse de matières volcaniques. Le phénomène dont je viens de parler ne diffère absolument que par sa grandeur de la production des cônes de

soulèvement, à la forme desquelles s'appliquait le calcul précédent, et une fois qu'il est prouvé que le soulèvement est possible en lui-même, et qu'il ne s'agit plus que d'en reconnaître l'existence locale et la quantité, les données qui résultent de la comparaison de la position actuelle et de la position originaire des nappes de matières volcaniques, ne sauraient être regardées comme insuffisantes.

On peut encore remarquer que les considérations auxquelles nous conduisent le calcul reposent sur des bases assez larges et comparables à des faits observables assez en grand, pour ne pas être considérablement affectées par un léger défaut de régularité de la surface primitive. On ne serait donc pas fondé à objecter que les basaltes fondus étant un liquide visqueux, ont pu ne pas toujours prendre une surface aussi exactement horizontale que celle d'une nappe d'eau en repos. Les légères erreurs que cette cause peut produire ne sont que d'un ordre bien inférieur aux conséquences qui se déduisent de la forme générale de la formule précédente et des formules que nous allons encore obtenir.

Jusqu'ici nous n'avons cherché à évaluer que la somme totale des surfaces des interstices produits par écartement; mais quelques considérations importantes se déduisent aussi de leur mode de répartition sur la surface soulevée. Nous allons en conséquence chercher la valeur approchée de la somme des largeurs des interstices que présenteraient, à une distance donnée du centre de soulèvement, les fractures de déchirement.

Désignons toujours par R le rayon du cercle sur lequel s'est étendu le soulèvement, par H la

hauteur à laquelle le prolongement des nappes basaltiques soulevées rencontrerait la verticale élevée au centre de ce cercle; appelons r la distance de cette même verticale à laquelle on considère les fractures de déchirement, et Σf la somme totale des interstices d'une largeur quelconque qu'un observateur aurait à enjamber s'il parcourait sur la surface du cône de soulèvement la circonférence dont tous les points sont situés à la distance r de l'axe central; soit enfin θ l'angle que forment avec l'horizon les arêtes du cône que l'on substitue par la pensée à la pyramide formée par les nappes basaltiques soulevées. Les points qui, après le soulèvement, seraient répartis à la surface de ce cône sur une circonférence dont le rayon serait r, devaient avant le soulèvement occuper sur la surface plane primitive la circonférence d'un cercle plus petit, dont nous désignerons le rayon par ρ. Il est aisé de voir que l'on a (voyez la *fig.* 2, *Pl.* XI)

$$R - r = (R - \rho) \cos. \theta;$$

d'où

$$\rho = R - \frac{R - r}{\cos. \theta}.$$

La somme cherchée Σf des largeurs des interstices à la distance r de l'axe de soulèvement, a évidemment pour mesure l'excès de la circonférence dont le rayon est r sur celle dont le rayon est ρ; elle a donc pour expression

$$\Sigma f = 2 \pi r - 2 \pi \rho;$$

ou, en substituant pour ρ sa valeur, et réduisant

$$\Sigma f = 2 \pi (R - r) \frac{1 - \cos. \theta}{\cos. \theta},$$

afin de déduire de cette valeur exacte une valeur approximative plus simple et plus commode, on peut observer que l'on a

$$R = \cos.\theta \sqrt{R^2 + H^2},$$

$$\cos.\theta = \frac{R}{\sqrt{R^2 + H^2}};$$

ce qui donne, en substituant et réduisant,

$$\Sigma f = 2\pi (R - r) \left(\sqrt{1 + \frac{H^2}{R^2}} - 1 \right);$$

ou, en développant le radical et supprimant l'unité qui se trouve en plus et en moins,

$$\Sigma f = 2\pi (R - r) \left(\frac{1}{2} \frac{H^2}{R^2} - \frac{1}{8} \frac{H^4}{R^4} + \frac{1}{16} \frac{H^6}{R^6} - \frac{5}{128} \frac{H^8}{R^8} + \ldots \right).$$

Si dans cette expression on néglige les puissances supérieures de $\frac{H^2}{R^2}$ ce qui est permis d'après les motifs précédemment indiqués, elle se réduit à

$$\Sigma f = \pi (R - r) \frac{H^2}{R^2} \qquad (2).$$

On peut laisser cette expression sous cette forme, ou y remplaçer $\frac{H}{R}$ par sa valeur tang. θ, ce qui donne

$$\Sigma f = \pi (R - r) \text{ tang.}^2 \theta \qquad (3).$$

Tang. θ, n'est autre chose que le rapport de la distance verticale à la distance horizontale de deux points d'une même arête du cône.

Cette valeur approchée de Σf est facile à discuter.

On voit d'abord que si on fait varier r depuis o

jusqu'à R, de manière à faire parcourir au cercle qu'on considère toute la surface du cône, la valeur de Σf diminuera à mesure que r augmentera de manière à être nulle quand $r = R$. En effet, toutes les fractures doivent se terminer à la limite de l'espace soulevé. La somme des fractures augmente donc de la circonférence vers le centre, et comme en même temps les circonférences sur lesquelles elles sont réparties diminuent, on voit qu'à mesure qu'on approche du sommet du cône ses flancs sont plus fendillés, et par conséquent plus destructibles.

Pour prévoir les changemens que subiraient les fractures dans le cas où la hauteur du cône de soulèvement restant la même, on lui supposerait successivement des largeurs diverses, il suffit de différencier l'expression (2) par rapport à R, on trouve ainsi :

$$\frac{d\Sigma f}{dR} = \pi \frac{H^2}{R^2} - 2\pi (R-r) \frac{H^2}{R^3} = \pi \frac{H^2}{R^3} (2r - R).$$

Cette expression sera positive si on a $r > \frac{R}{2}$; et négative dans le cas contraire; ce qui signifie que, si on suppose que la base du cône augmente d'une petite quantité, la somme des fractures augmentera dans les parties les plus voisines de la circonférence, et diminuera dans les parties les plus voisines du centre. De là on déduit aisément qu'à hauteur égale, plus un cône de soulèvement sera large, moins il sera déchiré vers son centre, plus il sera étroit et rapide plus il sera déchiré à son centre; et par suite que, si un cône de soulèvement est inégalement rapide de différens côtés, les parties les plus rapides seront les plus déchirées et les plus destructibles, conclusion à

laquelle nous étions déjà arrivés par une voie différente.

On voit en outre, en reprenant la valeur approchée de Σf, que si l'on considère plusieurs cônes de même base et de hauteur différente, et si on cherche la somme des fractures qu'ils présentent à une distance donnée de l'axe, cette somme sera proportionnelle à H^2 carré de la hauteur. Il ne pouvait en effet en être autrement puisque la somme totale des surfaces des interstices est elle-même, ainsi qu'on l'a vu plus haut, proportionnelle à H^2.

Si l'on veut avoir le rapport des vides produits à une distance r de l'axe par les fissures de déchirement au développement total d'un cercle tracé sur la surface extérieure du cône, à cette même distance de l'axe, il suffit de diviser Σf par $2\pi r$, ce qui donne pour l'expression du rapport cherché

$$\frac{\Sigma f}{2\pi r} = \frac{\pi (R - r) \tang.^2 \theta}{2\pi r}.$$

Pour que ce rapport s'applique à la circonférence située à égale distance de la base et du sommet du cône, il faut dans l'expression précédente faire $r = \frac{1}{2} R$, ce qui la réduit à

$$\frac{\Sigma f}{2\pi \frac{R}{2}} = \frac{1}{2} \tang.^2 \theta. \qquad (4).$$

Cette dernière formule donne un nouveau terme de comparaison entre différens cônes de soulèvement.

Un cône tel que nous le supposons formé ne peut présenter de sommet complet. Si la surface soulevée se divisait en un très-grand nom-

bre de secteurs, auquel cas la pyramide soulevée se confondrait sensiblement avec le cône que nous lui avons substitué par la pensée, les pointes de tous ces secteurs se placeraient autour du sommet mathématique du cône sur la circonférence d'un cercle dont le rayon K aurait pour expression

$$K = R - R\cos.\theta = R(1 - \cos.\theta);$$

ou bien

$$K = R\left(1 - \frac{R}{\sqrt{R^2 + H^2}}\right) = R\left(1 - \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{H^2}{R^2}}}\right)$$

$$= R\left(1 - \left(1 + \frac{H^2}{R^2}\right)^{-\frac{1}{2}}\right),$$

expression qui, en négligeant les puissances supérieures de $\frac{H^2}{R^2}$, se réduit à

$$K = \frac{H^2}{R}.$$

Cette valeur, approchée du rayon K de l'espace complétement vide que présenterait l'axe de soulèvement, n'est qu'une limite inférieure entièrement idéale, car les arêtes extrêmement minces qui seraient placées le long de la circonférence dont nous venons de calculer le rayon, ne pourraient manquer de s'écrouler et de donner naissance à un vide beaucoup plus large.

On ne peut guères admettre que la masse soulevée se soutienne, à moins que la somme des parties pleines réparties sur une même circonférence ne soit au moins double de la somme des vides. La distance r, de l'axe à laquelle cette condi-

tion est remplie, est donnée approximativement par l'équation

$$\Sigma f = \tfrac{1}{3}\, 2\pi r_2$$

$$\tfrac{2}{3}\pi r_2 = \pi (R - r_2)\,\text{tang.}^2\theta,$$

$$(\tfrac{2}{3} + \text{tang.}^2\theta)\, r_2 = R\,\text{tang.}^2\theta,$$

$$r_2 = R\,\frac{\text{tang.}^2\theta}{\tfrac{2}{3} + \text{tang.}^2\theta}.$$

Tel est donc le rayon de la base supérieure de l'espèce d'entonnoir renversé qui aura dû se former par écroulement autour de la cime mathématique du cône.

Si on suppose que l'écroulement se soit propagé de toutes parts jusqu'au point où la somme des vides n'est que le quart de la somme des pleins, on aura pour le rayon r_4 de l'entonnoir d'éboulement

$$r_4 = R\,\frac{\text{tang.}^2\theta}{\tfrac{2}{5} + \text{tang.}^2\theta}.$$

Si l'éboulement va jusqu'au point où la somme des vides est $\frac{1}{10}$ de la somme des pleins, on aura pour le rayon r_{10} de l'entonnoir d'éboulement,

$$r_{10} = R\,\frac{\text{tang.}^2\theta}{\tfrac{2}{11} + \text{tang.}^2\theta}.$$

En général, si l'éboulement se propage jusqu'au point où la somme des vides est $\frac{1}{n}$ de la somme des pleins on aura, pour déterminer le rayon r_n de l'entonnoir, formé l'équation

$$\Sigma f = \frac{1}{n+1}\, 2\pi r_n$$

d'où l'on tire, en substituant à Σf sa valeur approchée donnée par la formule (3),

$$r_o = \frac{R \tan g.^2 \theta}{\frac{2}{n+1} + \tan g.^2 \theta}.$$

On peut se demander quelle serait la courbe méridienne de l'entonnoir qui se produirait dans le cas où toutes les parties dans lesquelles le vide est plus de $\frac{1}{n}$ du plein seraient démolies et enlevées. On trouve aisément, au moyen de la formule (2), que cette courbe serait une ellipse ayant pour axe le rayon R de la base du cône, et pour équation, rapportée au milieu de ce rayon

$$\frac{n+1}{2} y^2 + x^2 = \frac{R^2}{4}.$$

Mais on ne doit pas oublier que cette équation, déduite d'une expression approchée, n'est elle-même sensiblement exacte que près du centre de soulèvement; elle suffit cependant pour montrer que le vide produit dans l'hypothèse ci-dessus, aurait une forme analogue à celle de l'ombilic d'une coquille turbinée, dont la pointe correspondrait exactement au centre de la surface soulevée dans sa position primitive. Le fond de cette cavité serait le point de départ de celles des fractures de déchirement qui seraient prolongées d'un seul jet aussi bas que le comporte la nature du phénomène qui leur a donné naissance. Le fond de ces vallées et celui de la cavité centrale devraient

naturellement avoir été élargis par le passage des eaux torrentielles.

Les formes ainsi produites auraient évidement une grande ressemblance avec celles d'un grand nombre de ces cavités circulaires déchirées qu'on a nommées vallées d'élévation ou cratères de soulèvement; cependant elle ne répondrait pas complétement à la disposition de quelques-unes de ces dernières.

Des cirques profonds à parois verticales comme ceux de Palma et de Santorin, doivent, comme l'a indiqué M. de Buch, résulter de quelque phénomène plus considérable que la simple démolition des parties trop peu soutenues. On peut se dispenser de faire aucune hypothèse sur la nature de ce phénomène, et se contenter d'une analogie qui se présente d'elle-même. On sait que dans les régions volcaniques, indépendamment des cratères d'éruption, il existe des cavités circulaires creusées dans des roches de diverses natures, même dans des schistes et des grauwackes. On leur a donné le nom de cratères lacs; le lac Paven et le lac de Laach en sont des exemples bien connus. Ici la croûte du globe a été seulement percée sans être en même temps soulevée d'une manière sensible, et cette circonstance est ce qui distingue principalement ces cratères lacs des cratères de soulèvement proprement dits. Soit que ces cratères lacs se soient formés par explosion ou par écroulement, aucuns points de la croûte terrestre n'auraient dû être plus sujets à voir se former des cirques de ce genre que ceux où un relèvement circulaire indique que cette croûte a cédé à une action du dedans au dehors. Celles de ces cavités circulaires dont l'origine serait la plus difficile à con-

cevoir, seraient peut-être celles où on ne verrait rien qui indique que le sol dans lequel elles sont entaillées, ait cédé dans son ensemble d'une manière sensible à une force agissant de bas en haut.

Ce n'est, au reste, que pour mieux faire saisir notre pensée que nous avons mis pour un moment le lac de Laach en opposition avec des cratères de soulèvement complétement caractérisés; mais il paraît qu'il ne s'en distingue pas d'une manière tranchée, quoique excavé dans le terrain de schistes et de grauwackes. M. le docteur Hibbert, dans son intéressant ouvrage sur les volcans de Neuwied, indique en effet dans l'Eiffel l'existence de lignes de fractures divergentes qui semblent partir du lac Laach comme d'un centre, et qu'il regarde comme contemporaines de sa formation. Or, si le lac de Laach est un cratère de soulèvement, qui pourra refuser ce titre aux calderas de Palma, de Ténériffe, de Santorin.

Un cratère lac formé dans l'axe d'une pyramide de soulèvement, soit que la cause première de son origine soit elle-même la cause ou l'effet du soulèvement circulaire, ne différera en rien d'un cratère de soulèvement, tels que ceux de Palma ou de Santorin, et les formules précédentes s'appliqueront directement à la surface conique des pentes extérieures de ses parois.

Dans le cas où le point vers lequel se relèvent les secteurs désunis de la surface primitive est occupé par une masse d'une roche dont la nature annonce qu'elle est arrivée au jour par voie de soulèvement, la disparition des pointes des secteurs s'explique d'elle-même. L'action directe de la masse soulevante sur ces pointes a dû le plus souvent les ébranler au point de les mettre dans

le cas de s'écrouler jusqu'à une certaine distance, et de faire naître autour d'elle, par leur disparition, une cavité annulaire à la largeur de laquelle il serait difficile d'assigner *a priori* aucune limite.

Quelques applications numériques achèveront d'éclaircir ce qui précède; mais avant de faire ces applications nous devons encore présenter quelques remarques.

1°. Indépendamment de ce que nous avons substitué à une pyramide plus ou moins irrégulière le cône qui en est la limite, et de ce que nous avons négligé des termes peu importans pour réduire les formules à des formes simples, il y a encore un motif qui fait que tous nos résultats ne peuvent être considérés que comme de simples approximations, c'est que le plus souvent les nappes basaltiques ou trachytiques qui se relèvent vers un point central au lieu de présenter une pente uniforme, présentent une pente d'autant plus grande qu'on approche plus du centre de soulèvement, de sorte que leur profil ressemble à celui d'une chaînette dont le point d'attache serait placé dans l'axe de soulèvement. La première chose à déterminer dans chaque cas particulier, est le rayon R de la base du cône que nous substituons par la pensée à la surface réelle et plus compliquée de la montagne soulevée. Dans la plupart des cas cette détermination conserve quelque chose d'arbitraire, à cause de la courbure concave que présente le plus souvent, ainsi que nous venons de le dire, une section méridienne de la montagne, courbure qui finit par la rendre presque horizontale, et la faire se con-

fondre sensiblement avec la surface générale du sol de la contrée. Il faut évidemment, lorsque cette circonstance se présente prendre pour R une longueur un peu plus petite que la distance de l'axe de soulèvement, au bord de l'espace plus ou moins soulevé et déchiré. S'il s'agit de cônes de soulèvement formant des îles, on ne commettra pas une grande erreur en prenant pour la valeur de R la distance de l'axe de soulèvement à la mer, du côté où la surface soulevée est la plus régulière et la mieux dessinée. On pourra aussi déterminer tang. θ d'après la hauteur d'un des points les plus élevés de la surface soulevée et sa distance horizontale à la côte la plus voisine.

2°. Le nombre des fissures dont nous avons calculé la somme est indéterminé. Il peut avoir été pour ainsi dire infini, et par suite chaque fissure peut être imperceptible pour nos observations; de sorte qu'un cône entier, ou une portion considérable de cône de soulèvement peut ne présenter aucune déchirure sensible, surtout du côté où la pente est plus longue et plus douce, si toutes les pentes ne sont pas égales. Cela est d'autant plus possible que des fractures même d'un diamètre appréciable, produites dans les différentes assises, peuvent ne pas s'être placées exactement les unes au-dessous des autres.

3°. D'un autre côté, toutes les déchirures qui auront présenté dès l'origine une grandeur appréciable et qui se seront prolongées un peu profondément dans la masse du cône soulevé, auront donné lieu à des éboulemens et ouvert l'accès à l'action destructive des agens atmosphériques, de sorte qu'elles auront pu acquérir, surtout vers le haut, une largeur infiniment supérieure à la por-

tion qui revient à chacune d'elles dans la valeur que nous avons trouvée pour leur somme totale. Il aura dû être très-rare que les eaux pluviales qui tombent dans la cavité centrale ne trouvent pas au moins une déchirure ou une série continue de fissures, propre à être agrandie par leur filtration, de manière à donner lieu à une vallée qui coupe complétement le cône soulevé. Aussi voit-on dans presque tous les cônes de soulèvement une ou plusieurs vallées de ce genre.

Faisons maintenant quelques applications numériques des formules précédemment obtenues.

Pour l'île de Palma, on aura les élémens suivans : R = la distance du centre de la Caldera à la mer $= \frac{1^{\circ}}{10} = 11{,}111^{m}$. Rayon du cercle sur lequel se trouvent les pics de los Muchachos, della Cruz, del Cedro et les autres cimes qui entourent la Caldera = $3{,}333^{m}$. Distance du pic de los Muchachos à la mer, $7{,}778^{m}$. La hauteur du pic de los Muchachos étant de $2{,}326^{m}$., on aura tang. $\theta = \frac{2326}{7778} = 0{,}299$. Si l'on susbtitue ces valeurs dans la formule (3), et qu'on y fasse $r = 3{,}333$, distance du pic de los Muchacos, au centre de la Caldera, on aura :

$$\Sigma f = \pi\,(7778)\,(0{,}299)^2 = 2184^{m}.$$

La circonférence du cercle sur lequel se trouvent les pics de los Machachos, della Cruz, del Cedro, etc., ayant un développement $20{,}950^{m}$, la somme des fractures, telle que nous venons de la déterminer, en formerait à peu près le dixième. Ainsi la crête circulaire de la Caldera, et la partie adjacente de la partie supérieure du cône soulevé ont dû être extrêmement crevassées, ce qui est parfaitement d'accord avec l'idée qu'en donne M. de Buch. La

somme calculée comprend à la fois les feuillemens, les largeurs de ceux des filons basaltiques qui auront pu être injectés au moment du soulèvement, et les largeurs originaires, tant de la grande fente qui se dirige vers Tazacorte, que des nombreux ravins de fractures ou *barancos* qui découpent les flancs du cône suivant ses arêtes, et qui se trouvent plus nombreux sur la partie du cône la plus courte et la plus rapide, comme la formule (1) nous a indiqué à l'avance que cela devait être. Il faut remarquer que la somme de fractures que nous venons de trouver correspond à la hauteur de la cime de los Muchachos. Pour une hauteur moitié moindre qui correspondrait, à peu près au milieu des escarpemens de la Caldera, cette somme, calculée pour la même distance de l'axe central, serait réduite au quart, puisque dans la formule (2) $\Sigma f = \pi (R - r) \frac{H^2}{R^2}$, il faudrait mettre $\frac{1}{2}$ H à la place de H, ce qui donnerait $\frac{1}{4} \pi (R - r) \frac{H^2}{R^2} = 546^m$. Ainsi, à cette hauteur, la somme des fractures produites par le soulèvement, y compris même celles que l'injection des filons basaltiques a pu remplir, ne serait qu'environ $\frac{1}{10}$ du développement du cirque, ce qui est parfaitement compatible avec l'apparence de continuité que présentent les escarpemens. Il suffit au reste de lire M. de Buch, et de regarder sa carte, pour voir à quoi se réduit cette apparence de continuité.

Si de Palma nous passons à Ténériffe, nous aurons : distance du pic à la mer du côté de la Punta Roxa, ou du S. E. $= R = 30{,}555^m$, distance de los Adulejos à la mer du côté de la Punta Roxa,

24,074^m. Rapport de la hauteur de los Adulejos à leur distance à la mer, du côté de la Punta Roxa :

$$\frac{2865^m}{24074^m} = 0,119 = \text{tang. } \theta.$$

Le rayon moyen du cirque, depuis la montagne de Tygayga jusqu'à los Adulejos, est de 6,481^m. D'après ces données, on tire de la formule (3) :

$$\Sigma f = \pi\,(24074)\,(0,119)^2\,, = 1071^m.$$

Comme il ne subsiste qu'environ la moitié du cirque depuis la montagne de Tigayga jusqu'à la pointe de Roque-Chabao, il faut prendre la moitié du résultat précédent, ou 535^m. pour avoir la somme des largeurs originaires des fractures et des fendillemens dont la crête de cette partie du cirque a dû se trouver traversée immédiatement après son soulèvement, somme dans laquelle se trouvent comprises les largeurs de ceux des filons trachytiques mentionnés par M. de Buch, qui auront pu être injectés au moment du soulèvement. Cette demi-crête circulaire présente en effet bien des traces de déchirement, puisqu'on y observe les défilés appelés *el Portillo*, *Passo de Guaxara*, *Boca de Tauze*, et plusieurs autres, que M. de Buch a indiqués sur sa carte sans leur donner de noms, et qui forment le point de départ de ces ravins de fracture, ou *barancos*, qui déchirent le pied du cône du côté du sud et du S.-E. Il faut remarquer que la somme que nous avons trouvée se rapporte à un contour idéal tracé à la hauteur de la cime de los Adulejos. Si on voulait avoir la somme des fractures sur un contour semblable tracé à la hauteur, non de la

cime, mais de la base des escarpemens de los Adulejos, ou de la haute vallée d'Angostura, il faudrait, dans la formule (2), réduire H dans le rapport de 9 à 6 $\frac{1}{2}$, ce qui donnerait pour la nouvelle somme cherchée :

$$\frac{169}{324} \times 535 = 282^{m}.$$

Comme le développement d'un demi-cercle ayant pour rayon la distance de los Adulejos au pic, serait 20,000^{m}, on voit que la somme des fendillemens et des fractures, dans leur largeur originaire, en y comprenant même celles des fractures qui ont pu être remplies par des filons trachytiques, n'est que $\frac{282}{20000}$ ou environ $\frac{1}{70}$ seulement du développement. Il n'est donc pas étonnant que ce bel escarpement, malgré les fractures qui, agrandies par les éboulemens et les dégradations atmosphériques y ont produit des défilés, présente dans son ensemble cette continuité remarquable que M. de Buch a si bien exprimée sur sa carte de Ténériffe.

Les calculs précédens ne s'appliquent qu'à la partie S.-E. du cratère de soulèvement de Ténériffe. La partie N.-O. paraît avoir présenté une pente beaucoup plus courte et plus rapide ; elle doit donc, d'après la discussion de la formule (1), avoir été plus destructible, aussi a-t-elle disparu.

D'après les valeurs de R et de tang. θ, que nous avons trouvées pour Palma et pour Ténériffe, il est facile de calculer pour ces deux îles la valeur de H, puisqu'on a en général :

$$H = R \text{ tang. } \theta;$$

et on trouve pour Palma :

$$H = 11{,}111^{m}. \times 0{,}299 = 3322^{m},$$

et pour Ténériffe :

$$H = 30{,}555 \times 0{,}119 = 3636^{m}.$$

Ces deux valeurs sont presque égales. Par conséquent, la formule (1) donnera presque la même valeur pour la somme des surfaces des interstices que le soulèvement aura produits, tant sur Palma que sur Ténériffe; et comme à Palma ces interstices sont distribués sur une surface plus de sept fois plus petite qu'à Ténériffe, ils doivent produire sur Palma un effet bien plus sensible que sur Ténériffe. C'est en effet ce qui résulte évidemment des descriptions de M. de Buch, et particulièrement de la peinture vive et animée qu'il a donnée de ces ravins de déchirement, ou *barancos*, qui découpent la partie extérieure du cône de Palma, et qui ne s'observent presque pas sur le reste de la surface de la même île. (Voyez *Physikaliche Beschreibung der canarischen inseln*, p. 294.)

L'île de Santorin présentant une surface conique beaucoup plus surbaissée encore que celle de Ténériffe, elle doit aussi être beaucoup moins déchirée. C'est ce que le calcul va nous montrer, et ce que l'observation confirme complétement.

En effet, en faisant sur Santorin le même genre de mesures que sur Palma et Ténériffe, on trouve :

$$R = 9745^{m}.$$
$$R - r = 5847^{m}.$$
$$\text{tang. } \theta = 0{,}042.$$

Ce qui donne :

$$\Sigma f = \pi\,(5847^{m}.)\,(0{,}042)^2 = 32^{m}.$$

L'escarpement de l'île même de Santorin n'embrassant guères que les $\frac{4}{5}$ de la circonférence, la

partie de Σf, qui se rapporte à cet escarpement, se réduit à

$$\frac{3}{5}\, 32^{m}. = 19^{m}.$$

Telle serait la somme des fractures et des fendillemens qui devraient se trouver répartis sur tout le développement de l'escarpement de Santorin, qui est, abstraction faite des sinuosités, de plus de 14,000 mètres: la somme des fractures et fendillemens ne serait donc pas de $\frac{1}{700}$ du développement. Ce résultat approximatif est probablement trop petit, parce qu'ici, comme à Palma et à Ténériffe, je n'ai tenu compte que de la partie de l'île qui est au-dessus de la mer, et que cette partie étant ici peu élevée, on commet une erreur sensible en négligeant la partie submergée. Mais, quelle que soit la portée de cette erreur, le résultat d'un calcul basé sur les données plus complètes, que renfermera l'ouvrage publié par suite de l'expédition scientifique de Morée, serait encore fort petit. En admettant qu'il fût double ou de 38^{m}, on voit qu'il n'indiquerait pas qu'on dût trouver sur la surface de Santorin ces nombreux vallons de fractures ou *barancos*, si remarquables à Palma et même à Ténériffe. Il est probable que la petite somme de fractures indiquée par le calcul, n'a dû donner lieu qu'à des fendillemens ou à des fissures d'une très-petite ouverture. Par là se trouve écartée la principale des objections élevées par M. Virlet, contre l'idée qu'a eue M. de Buch de regarder Santorin, Thérésia et Aspronisi comme les restes d'un cratère de soulèvement. Quant à l'objection que M. Virlet déduit des cavités bulbeuses très-allongées de quelques-unes des masses trachytiques de l'escarpement de Santo-

rin, elle n'a aucun fondement, puisque par cela seul qu'une masse trachytique est très-plate, il est évident qu'elle s'est étendue sur le sol préexistant, et qu'en s'étendant ainsi, ses cavités bulbeuses ont dû s'allonger comme le feraient les cellules d'une matière poreuse qu'on ferait passer au laminoir. Rien ne prouve qu'elles aient coulé sur une pente inclinée dans le sens de la pente qu'elles présentent aujourd'hui.

D'après les observations de M. Hoffmann, publiées récemment dans le journal de Pogendorf, T. 26. Le cône extérieur de Stromboli, que cet habile géologue considérait alors comme un cratère de soulèvement, mais sur lequel il paraît avoir adopté depuis lors une autre opinion, serait, pour ainsi dire, l'extrême opposé à celui de Santorin. L'angle d'inclinaison θ des assises de trachytes et de conglomérats s'y trouve compris entre 25 et 30° : on peut le supposer égal à la moyenne ou à 28° $\frac{1}{2}$, ce qui donne tang. $\theta =$ 0,543. La formule (3) devient alors

$$\Sigma f = \pi\,(R - r)\,(0{,}543)^2;$$

ce qui suffit pour montrer que les parois du cône de soulèvement doivent être ici beaucoup plus déchirées que dans les autres cas que nous avons considérés ce que semble indiquer aussi la figure publiée par M. Hoffmann.

Si on compare entre eux au moyen de la formule (4) les quatre cônes de Stromboli, Palma, Ténériffe et Santorin, et les cônes du Cantal et du Mont-Dore, dont nous donnerons plus loin les élémens numériques, on trouve que le rapport de la somme des interstices dus à l'écartement mesurés à égale distance de la base et du

sommet au développement total de la circonférence que présente le cône à cette même hauteur, est pour ces six cônes, savoir :

pour Stromboli $\frac{1}{2}(0{,}543)^2 = 0{,}14730$.
Palma . . $\frac{1}{2}(0{,}299)^2 = 0{,}04470$.
Mont-Dore. $\frac{1}{2}(0{,}142)^2 = 0{,}01012$.
Ténériffe. $\frac{1}{2}(0{,}119)^2 = 0{,}00708$.
Cantal . . $\frac{1}{2}(0{,}065)^2 = 0{,}00219$.
Santorin. $\frac{1}{2}(0{,}042)^2 = 0{,}00085$.

On voit par le rapprochement de ces nombres un exemple bien frappant de la différence que présentent les parois des cratères de soulèvement, suivant qu'elles appartiennent à des cônes plus ou moins surbaissés, et de l'inégale facilité avec laquelle elles doivent se trouver susceptibles d'être démantelées par les agens atmosphériques, en supposant même que les matières qui les composent soient également résistantes.

Nous renvoyons aux parties subséquentes de ce mémoire l'application de nos formules aux cônes de soulèvement que présentent le Cantal et le Mont-Dore; mais nous demandons la permission de faire remarquer dès à présent que les applications qui précèdent paraissent déjà montrer un *parallélisme* assez satisfaisant entre la marche des formules qui sont le développement analytique de l'hypothèse de M. de Buch, sur les cratères de soulèvement, et celle des observations dont ils ont été l'objet ; or cet accord, lorsqu'il est suffisamment vérifié, est la seule démonstration qu'on puisse donner de l'exactitude d'une hypothèse de ce genre. Nous n'avons d'autre témoignage de l'exactitude du principe de la gravitation universelle lui-même, que l'accord complet

de son développement mathématique avec les observations astronomiques. Il se passera probablement bien du temps avant que nous ayons un témoignage aussi positif de la vérité d'aucune hypothèse géologique, tant à cause de la nature compliquée des faits dont la géologie s'occupe, que par suite du peu de précision avec lequel on les a presque toujours observés; on voit cependant que le développement mathématique de l'idée de M. de Buch sur les cratères de soulèvement, présente avec les faits connus un accord assez remarquable. Sa comparaison avec de nouvelles observations pourra nous en apprendre davantage.

Avant de terminer cette introduction, et de passer à l'exposition de nos observations sur les groupes du Cantal et du Mont-Dore, il ne nous reste qu'à présenter quelques remarques sur les divers épanchemens de matières volcaniques dont le sol de l'Auvergne a été le théâtre.

Le *Cantal* et le *Mont - Dore* forment deux groupes qui se distinguent des montagnes qui les entourent par leur élévation et surtout par la disposition générale de leurs différentes parties; à la première inspection, la forme aiguë de leurs pics, la longueur de leurs crêtes, la perpendicularité de leurs escarpemens, et la profondeur des vallées qui prennent naissance vers leur centre, ne rappellent en aucune manière l'idée des phénomènes volcaniques, du moins telle que la nature nous les offre actuellement; on n'y voit plus ces cratères nombreux que présentent les volcans éteints des environs de Clermont, et on n'y retrouve que morcelées et inclinées ces nappes continues de basalte qui, par leur étendue et leur horizontalité, annoncent une matière

sortie des entrailles de la terre encore plus fluide que les laves, et refroidie tranquillement comme un étang qui se congèle. L'association du Mont-Dore et du Cantal aux terrains volcaniques repose donc sur d'autres idées que la simple comparaison des formes extérieures; elle a été motivée par une réunion d'observations, desquelles il résulte que les roches qui composent ces montagnes, ont été produites par des phénomènes ignés, et qu'elles sont arrivées au jour à une époque peu ancienne. Sous ce rapport, les roches dont il s'agit établissent une chaîne continue entre les terrains volcaniques modernes épanchés le plus souvent sous forme de simples coulées, et les roches dites trappéennes ou plutoniques, injectées à diverses époques dans les parties extérieures de l'écorce terrestre, et soulevées plus tard en masses diversement tourmentées et dentelées.

La différence qui existe entre ces trois sortes de masses volcaniques, que l'on désigne en général sous le nom de *Volcans à cratères*, de *Basaltes* et de *Trachytes*, consiste bien plus dans la nature des phénomènes qui ont marqué leur apparition au jour que dans leur âge relatif et dans la nature des roches qui entrent dans leur composition. Il est bien vrai que dans l'Auvergne proprement dite, les trachytes sont plus anciens que les basaltes et que ceux-ci paraissent s'être répandus à la surface du sol à une époque antérieure aux éruptions volcaniques proprement dites; mais déjà dans le Vivarais cet ordre n'est plus aussi certain, et dans les îles Canaries il paraît que les trachytes et les basaltes ont paru à des époques successives et réitérées. A Santorin des masses solides de trachyte s'élèvent encore sous nos

yeux. Quant à la nature des roches, leur groupement est généralement en rapport avec la triple division que nous venons de signaler. Cependant les terrains basaltiques présentent fréquemment des laves scoriacées et poreuses, analogues du moins extérieurement aux laves des volcans modernes; parmi les nombreux échantillons de trachytes que M. Beudant a rapportés de son voyage en Hongrie, il en est plusieurs qui paraissent composés en partie de pyroxène et ont la plus grande ressemblance avec certains basaltes. Cette analogie entre les roches de deux systèmes de masses volcaniques, et même le retour que nous venons de rappeler entre les trachytes et les basaltes dans les îles Canaries, prouve que la véritable distinction entre les différens ordres de masses volcaniques, résulte essentiellement des phénomènes généraux qui ont accompagné leur apparition. Sous ce point de vue, il y aurait peut-être quelque utilité à subdiviser les trachytes en deux classes, suivant qu'ils sont arrivés au jour en masses assez solides pour conserver comme à Méthana, aux Kaïmeni, au Chimborazo, la forme de dômes, ou assez molles pour s'étendre, comme au Mont-Dore, en larges nappes.

Dans le Mont-Dore et le Cantal, outre les trachytes qui forment la base principale de ces montagnes et le basalte qui se trouve répandu avec plus ou moins d'abondance sur leurs flancs, il existe encore quelques cônes de phonolite autour desquels les roches se relèvent de tous côtés; ces phonolites nous paraissent former ici un quatrième ordre de masses volcaniques. Il paraîtrait que souvent, dans cette contrée, ces roches ne sont pas arrivées au jour, et que leur présence est seulement annoncée par les traces de soulève-

ment qui consistent en un relèvement convergent des couches vers un point central; dans quelques cas, les couches ont été rompues, et le point vers lequel elles se redressent est entouré d'une dépression qui présente des pentes escarpées intérieurement, de manière à former de véritables cratères de soulèvement. Le Cantal surtout nous offre un exemple remarquable de cette disposition.

II. GROUPE DU CANTAL.

Peu de groupes de montagnes présentent une forme aussi simple que le Cantal. (*Voy.* la carte, pl. X.)

Du Cantal.

C'est un cône surbaissé, évidé à son centre et découpé par des vallées à flancs escarpés qui rayonnent vers sa circonférence. S'il était entouré d'eau jusqu'à une certaine hauteur, il formerait un groupe d'îles fort analogue, par sa forme générale, à celui de Santorin, de Theresia et d'Aspro-Nisi, dans l'Archipel de la Grèce. On verrait même, dans l'intérieur du vide central, des îlots détachés, représentant la petite et la nouvelle Kaïmeni; on pourrait encore ajouter, pour compléter la ressemblance, que les lambeaux de calcaire lacustre qui, d'après les observations de MM. Murchison et Lyell, et de l'un de nous, se trouvent enclavés vers sa base méridionale dans des matières d'éruption, forment, quoique sur une échelle moindre, un équivalent assez exact des masses de schiste argileux et de calcaire du grand Saint-Elie, et de quelques collines plus basses, entourées par les masses volcaniques sur la pente extérieure de Santorin.

Sa forme.

Comparaison avec Santorin

Placé comme il se trouve à une grande hauteur au-dessus du niveau des mers, le cratère de soulèvement du Cantal a de nombreux traits de ressemblance avec celui dont fait partie le piton des neiges au centre de l'île de Bourbon, seulement le cratère de soulèvement de Bourbon, encore plus profondément déchiré que le Cantal, présente avec moins de netteté la forme générale d'un cône surbaissé.

Les masses qui, dans la comparaison que nous venons d'établir entre le Cantal et le groupe de Santorin, représentent la petite et la nouvelle Kaïmeni, ne sont pas formées, comme dans l'Archipel grec, de trachyte résinoïde, mais de phonolite tabulaire. Nous ignorons si ces masses de phonolite ont été soulevées, comme dans le cirque de Santorin, à une époque postérieure à celle où les lieux ont pris leur disposition générale actuelle, ou si leur apparition remonte au moment où le Cantal a pris le relief qu'il nous présente. Nous pencherions plutôt pour cette dernière opinion, qui nous semblerait plus en rapport avec les observations que nous avons à présenter.

Masse phonolitique au point central.

Le Puy de Griou, formé de ce phonolite tégulaire, s'élève sur les pentes arrondies et gazonnées qui séparent les parties supérieures des vallées de Vic et de Mandailles. Il a la forme d'une pyramide, plus régulière que celle de la roche Sanadoire, qu'il rappelle en partie. Cette masse proéminente n'est pas complétement isolée. Le Puy de Griou, le rocher de l'Usclade, composé de même, mais moins élevé, et deux autres masses de phonolite moins élevées encore, sont quatre points culminans d'une arête phonolitique formant les $\frac{3}{4}$ d'une circonférence, et présentant

une ouverture tournée du côté des hameaux de Benex et de Raimont. Les pentes intérieures et extérieures de cette arête courbe sont couvertes de bois; son centre est occupé par une prairie très-unie, désignée dans le pays sous le nom de *Font du Vacher*; cette prairie, quoique peu étendue, est partagée, à cause de la bonté de son sol, entre plusieurs vacheries. Il y existe plusieurs sources dont les eaux s'écoulent par un sillon latéral qui passe entre le pied du rocher de l'Usclade et celui de la montagne d'En-Griou, et qui, à une petite distance de son origine, devient très-incliné. Il se réunit au torrent principal de la vallée de Mandailles, au-dessous des villages de Benex et de Raimont. Du haut du Puy de Grion le *Font du Vacher* fait, à la couleur près, l'effet d'un de ces lacs qui occupent de petits cratères. Du reste, cette cavité, en forme d'entonnoir irrégulièrement échancré, ne mérite sous aucun point de vue le titre de cratère.

Le Puy de Griou, quoique sensiblement moins élevé que le plomb du Cantal et le Puy-Marie, est plus favorablement placé que ceux-ci pour saisir la disposition générale du groupe du Cantal, lorsqu'on a pris par des courses antérieures une idée générale de la disposition de ses diverses parties.

On domine de cette cime les points où les vallées de Mandailles, de Vic, de Murat, de Dienne et du Falgoux prennent naissance, et l'on suit de loin leurs directions, qui divergent du centre du massif à la manière des rayons d'un cercle. La vue se repose sur les tranches presque perpendiculaires des assises successives de trachytes, de conglomérats et de basaltes, qui séparent ces mêmes

vallées et forment de larges plateaux inclinés vers l'extérieur du groupe.

Tous ces escarpemens faisant face au Puy-de-Griou, un observateur placé à sa cime embrasse avec facilité leur ensemble, et peut juger de la régularité avec laquelle s'interstratifient les trachytes et les conglomérats. Leur aspect rappelle assez bien celui du cirque de Gavarnie dans les Pyrénées, et de tant d'autres escarpemens circulaires répandus dans le Jura et les Alpes.

Vues de ce point central, les assises de trachytes, de basaltes et de conglomérats paraissent horizontales, parce qu'elles se dessinent en effet par des lignes horizontales dans le grand escarpement circulaire; mais, en s'éloignant du centre, on reconnait aisément qu'elles plongent de toutes parts vers l'extérieur sous des angles variables, qui vont, en quelques points, jusqu'à plus de 12°; ces angles ne deviennent nuls qu'à la circonférence du groupe, et ils ne sont jamais remplacés par une inclinaison inverse.

Inclinaisons des nappes trachityques. et basaltiques

Ici la nature a réalisé d'elle-même la section cylindrique concentrique à l'axe de soulèvement que, dans notre introduction, nous proposions de faire comparativement dans les cônes volcaniques de soulèvement et d'éruption. La continuité des lignes qui se dessinent sur la surface des escarpemens qui font face au puy de Griou, nous a paru contraster fortement avec la discontinuité qui ne pourrait manquer d'exister dans une section semblable produite par l'écroulement de la partie centrale d'un cône d'éruption formé par la sur-addition graduelle d'un grand nombre de coulées étroites.

C'est l'ensemble de ces escarpemens qui forment, abstraction faite de l'ouverture des vallées, un cercle presque parfait dont le Puy de Griou occupe à peu près le centre, et que nous croyons pouvoir considérer comme un cratère de soulèvement dont les vallées ci-dessus mentionnées constitueraient les crevasses de déchirement.

Le Cantal est un cratère de soulèvement.

Outre la disposition circulaire des escarpemens et la convergence des vallées vers un centre commun, la forme des segmens qui séparent les vallées, ainsi que l'inclinaison des nappes trachytiques et basaltiques qui se relèvent circulairement comme un toit conique, viennent appuyer l'hypothèse que nous proposons.

Sur la carte jointe à notre Mémoire (Pl. X.), nous avons indiqué par des flèches la pente des nappes trachytiques et basaltiques, de manière qu'il est facile de saisir le relèvement de ces nappes. Nous avons tâché de faire ressortir l'escarpement brusque que l'arête du cratère présente vers l'intérieur, la verticalité des parois des vallées que nous venons de citer, ainsi que la pente douce des plateaux vers l'extérieur; nous croyons néanmoins nécessaire de donner quelques détails pour bien faire apprécier ces dispositions importantes sur lesquelles reposent nos raisonnemens.

Le *plomb du Cantal*, point le plus élevé de tout le massif, appartient à la crête circulaire qui forme le bord du cratère; il en est de même des cimes qui dominent le col de Cabre, du *Puy-Marie* et du *Puy-Chavaroche*.

Escarpemens près du Puy-Marie.

Le Puy-Marie, qui sépare le haut de l'étroite vallée du Maurs de celle de La Rue est après le

plomb une des montagnes les plus élevées du groupe du Cantal; il est formé d'une succession d'assises de trachytes et de conglomérats trachytiques qui paraissent avoir fait continuité, dans l'origine, avec celles qui forment la base de la montagne qui lui fait face au nord, et qui s'enfoncent sous les nappes basaltiques sur lesquelles s'étendent les pâturages situés entre les vallées du Maurs et de La Rue. Aujourd'hui il en est séparé par une dépression par laquelle on peut passer du haut de la vallée du Maurs dans le haut de la vallée de La Rue et qui isole le Puy-Marie.

Le principal escarpement du Puy-Marie est du côté du midi, il fait partie de la vaste enceinte dont le Puy-de-Griou occupe le centre; ce n'est que du côté du nord que sa pente est uniformément gazonnée jusqu'en haut, et que sa cime est d'nn abord facile.

Le fond de la vallée du Maurs ou du Falgoux, qui forme la continuation de la pente nord-ouest du Puy-Marie, est occupé par un bois de sapins qui s'étend sur un sol sans rochers saillans, et qui s'élève aussi en pente douce tant sur la pente septentrionale de l'arête qui joint le pied du Puy-Chavaroche à celui du Puy--Marie, que sur la base d'une masse isolée de phonolite adossée à la base du Puy-Chavaroche, et qui est probablement cause que la vallée du Falgoux ne se rattache pas aussi complétement à la dépression centrale que les autres vallées divergentes.

La différence que nous venons d'indiquer dans les deux pentes du Puy-Marie, est également très-visible dans l'arête qui joint le pied du Puy-de-Chavaroche à celui du Puy-Marie, et sépare

la vallée de Falgoux de celle de Mandailles. Le revers méridional de cette arête est bien différent de son revers septentrional. Au lieu d'une pente uniforme couverte de bois, il présente une série d'escarpemens en retraite les uns au-dessus des autres, formés par les assises les plus solides des trachytes et des conglomérats grossiers qui alternent avec eux. La base même du Puy-Marie nous montre encore au-dessus du niveau de l'arête en question plusieurs escarpemens pareils qui la ceignent en partie. Les escarpemens du revers méridional de l'arête sont assez continus pour empêcher que le sentier qui passe sur le pied ouest du Puy-Marie ne descende droit vers la vacherie située au-dessus du hameau de La Coste. On est obligé de rétrograder jusqu'à la base du Puy-Chavaroche, et on y trouve un sentier qui, après avoir descendu de la hauteur du premier escarpement, passe entre lui et le suivant, et conduit horizontalement à la pente gazonnée et couverte de quelques bouquets de bois, qui s'adosse au Puy-Marie, et qui descend assez rapidement vers la vacherie et vers le hameau de La Coste.

Les escarpemens successifs de l'arête en question sont séparés les uns des autres par des pentes souvent très-rapides couvertes d'herbe et de quelques bouquets de taillis. Cette alternative de pentes et d'escarpemens se poursuit au pied du Puy-Chavaroche, et ne se termine qu'immédiatement au-dessus des Mandailles.

Du côté opposé, au-delà de la saillie unie et fortement inclinée qui s'adosse à la base du Puy-Marie, et descend vers le hameau de La Coste; des escarpemens semblablement étagés recom-

mencent au pied de la montagne de Peyearte et se prolongent vers le col de Cabre.

Entre le col de Cabre et le sentier qui conduit à la Chaze, la montagne de Bataillouse affecte encore, quoique avec moins de régularité, une disposition analogue.

La pente intérieure du sentier sur lequel se trouve placé le lambeau basaltique isolé qui constitue le plomb du Cantal, présente également une série d'escarpemens interrompus, formés par les parties les plus résistantes des assises successives de trachytes et de conglomérats trachytiques. Les intervalles des escarpemens sont occupés par des pentes couvertes d'herbe et de broussailles. La crête du cratère est ici formée par une assise de trachyte solide, qui a probablement été de tous temps l'assise supérieure de tout le système trachytique.

Le plomb du Cantal, cime la plus élevée de tout le groupe, est formé, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, par un lambeau de basalte, criblé de peridot dont la compacité contraste fortement avec la structure scoriacée que ne pourraient manquer de présenter *les écumes des coulées* qui auraient pu seules s'arrêter sur une surface aussi inclinée que celle des assises trachytiques qui le supportent. Au-dessous du plomb les assises trachytiques sont aussi complètes qu'en aucun autre point du groupe., ainsi on ne peut supposer qu'elles aient eu primitivement, tout à l'entour une plus grande hauteur et qu'elles aient présenté un bassin dans lequel le basalte se serait arrêté et solidifié tranquillement. Le basalte du plomb présente donc à lui seul, pour un œil attentif une preuve dé-

monstrative du soulèvement que le groupe du Cantal a éprouvé. Ce lambeau, actuellement isolé, a évidemment fait partie d'une nappe originairement beaucoup plus étendue dont les basaltes qui avoisinent les burons du Cantalon et de Sonniette faisaient également partie. En ce point, tout l'ensemble du système plonge, à l'est, sous un angle de plus de 12°. Aussi les nappes basaltiques dont le plomb forme un *outlyer* ne se présentent-elles qu'à un niveau absolu beaucoup plus bas. Leur plongement à l'est devient moins rapide à mesure qu'on avance dans cette direction; avant les dégradations qui ont façonné et isolé le plomb du Cantal, leur profil devait approcher beaucoup de la courbure de la chaînette ou de celle de la chaîne d'un pont suspendu, depuis son point d'attache jusqu'à celui où elle devient horizontale.

La forme générale du sol est encore à peu près la même vers le nord-est. Dans la direction de Murat, les montagnes s'abaissent très-vite, et les cimes cessent promptement de dépasser la région des champs de seigle.

Il reste encore quelque chose de cette même disposition dans la direction du nord. Les assises trachytiques qui constituent la cime du Puy-de-Marie plongent au nord d'environ 10°; mais les assises basaltiques du Suc de Roux et des pâturages qui s'abaissent doucement vers Trizac et Riom-les-montagnes n'ont qu'une inclinaison uniforme vers le nord d'environ 4°.

Sur les deux flancs de la vallée du Mars, et entre cette vallée et celle de la Jourdanne, l'inclinaison est également uniforme et d'environ 4°., inclinaison assez petite en elle-même, mais bien

plus grande cependant que celle des fonds de vallées dans lesquels se sont arrêtés les torrens de laves du Puy-de-Dôme et du Vivarais; car une vallée inclinée de 4° s'abaisserait de 700^{m}. dans l'espace d'un myriamètre.

Dans le segment du Cantal, compris entre les vallées de Mandailles et de Vic, segment qui est fort étroit, l'inclinaison des assises est également assez constante, mais la surface est plus dégradée, et le profil général est par suite moins rectiligne.

Pour achever de prendre une idée exacte de la disposition des différentes assises du massif du Cantal, suivant une série de surfaces coniques concentriques, il faut les suivre dans les différentes vallées qui prennent naissance dans les brèches que présente la grande enceinte circulaire, vallées dont les flancs abruptes sont le prolongement des escarpemens de ces mêmes brèches, et dont il est bien probable que la première origine est due comme celle de la plupart de ces brèches à un déchirement des nappes trachytiques et basaltiques.

Indépendamment des vallées qui sortent de la grande dépression centrale, il y en a aussi un certain nombre d'autres qui prennent naissance en dehors de cette cavité sur les plateaux inclinés vers l'extérieur. Quelques-unes de ces vallées, beaucoup moins profondes que les autres, ne sont probablement que de simples sillons dus à l'action érosive des eaux; elles ne sont pas aussi régulièrement dirigées suivant des arêtes du cône.

Différence entre les vallée d'érosion et de déchirement.

Les deux plus considérables des vallées qu'on peut appeler de déchirement, sont celles où coulent la *Jourdanne* et le *Cer*, qui reçoivent presque toutes les eaux qui tombent dans la grande dé-

Vallées de déchirement.

37.

pression centrale. Elles sont connues sous le nom de *Vallée de Mandailles* et de *Vallée de Vic.* Elles offrent une série d'escarpemens en retraite, les uns au-dessus des autres, qui sont le prolongement légèrement incliné, mais quelquefois interrompu de ceux de la grande cavité centrale.

Vallée du Falgoux.

Cette disposition étagée qui rappelle le déchirement auquel il y a lieu de penser qu'elles doivent leur première origine, est peut-être encore plus claire et plus facile à étudier dans la vallée du Falgoux, qui est plus escarpée et plus étroite, que toutes les autres vallées qui divergent du centre du Cantal quoiqu'elle ne se rattache à la grande cavité centrale que par une brèche peu profonde et qu'elle en demeure séparée parune crête qui fait partie de la grande enceinte. Cette dernière circonstance est probablement liée à l'existence de deux masses isolées de phonolite qui sont sorties au haut de cette même vallée, au sud-ouest et à l'ouest de la vacherie de Marie, et qui ont donné lieu, de ce côté, à une crevasse distincte, indépendante jusqu'à un certain point du soulèvement central.

Disposition du basalte et du trachyte.

La hauteur et le rapprochement des escarpemens donne ici une facilité particulière pour y étudier la succession des différentes assises dont se compose le terrain. En descendant vers le hameau des Vaulmiers, par le sentier qui vient de Trizac, on remarque que l'escarpement opposé présente plusieurs terrasses successives qui s'abaissent toutes parallèlement l'une à l'autre vers la partie inférieure de la vallée. La terrasse supérieure est formée par le basalte qui constitue le sol des plateaux environnans, et on peut s'assurer, tant en descendant aux Vaulmiers, qu'en re-

montant de l'autre côté, que ce basalte alterne avec des conglomérats basaltiques. Au-dessous de l'assise inférieure du basalte, tout est trachytique jusqu'à la terrasse inférieure qui est formée de granite. Il n'y a pas ici de trachyte en masse, mais seulement diverses assises de conglomérats qui sont souvent à gros fragmens et très-solides. Vers le milieu de leur épaisseur qui est de 3 à 400m., se trouve une assise plus solide que les autres qui forme une terrasse très-nettement dessinée, de dessus laquelle on voit se précipiter, sur le flanc gauche de la vallée, une cascade très-élevée.

La vallée des Maronies, entre les Vaulmiers et le Puy-Violent, quoique beaucoup moins profonde que celle du Falgoux, entame cependant sur une grande épaisseur le conglomérat trachytique. Les escarpemens inférieurs en sont formés, et une cascade assez considérable tombe sur la face de ceux du flanc méridional de la vallée.

Ce tuf ou conglomérat trachytique est de beaucoup la roche dominante dans les parties du massif du Cantal accessibles à nos regards; nous venons de voir que dans la vallée de Falgoux il forme une assise très-puissante; dans la vallée de Vic, on quitte le véritable trachyte, un peu au-dessous de Saint-Jacques-des-Blats, et, dans le reste de son cours, elle est ouverte dans ce trachyte fragmentaire. La même disposition se reproduit dans la vallée de Mandailles, dans laquelle le véritable trachyte ne descend pas au-dessous du petit bourg qui lui donne son nom.

Les trachytes et les conglomerats sont mélangés irrégulièrement.

On voit déjà par ces divers exemples que les trachytes et les conglomérats trachytiques dont les assises successives se dessinent par des lignes parallèles sur des parties considérables des escarpemens

intérieurs de la grande dépression centrale et des grandes vallées divergentes, ne conservent pas indéfiniment cette alternance régulière lorsqu'on les suit dans ces mêmes vallées divergentes jusqu'à la circonférence du massif, disposition contraire en tous points à celle qu'auraient prise des courans de lave sortis du centre du massif déjà soulevé.

Ainsi que nous venons de le rappeler, la vallée du Mars ou du Falgoux ne présente au-dessous du basalte, à la hauteur du hameau de Vaulmiers, qu'une assise extrêmement épaisse de conglomérats trachytiques sans trachite en masses continues, tandis que plus haut, au contraire, sur les pentes du Puy-Marie et sur celle de l'arête qui sépare la vallée du Mars ou du Falgoux de celle de Mandailles, on voit les trachytes et leurs conglomérats alterner par assises nombreuses.

Au-dessus du village de Mandailles, tout le fond de la vallée de la Jourdanne est creusé dans un trachyte solide, présentant des escarpemens sur lesquels les ruisseaux qui affluent au torrent principal forment de nombreuses cascades.

En montant de Mandailles au col de Cabre qui conduit à Dienne et à celui qui domine le point culminant de la route de Murat, on voit successivement affleurer un grand nombre de fois des conglomérats trachytiques et des trachytes solides. Peut-être, à la vérité, ces derniers trachytes appartiennent-ils en partie à des filons injectés après coup à travers les assises préexistantes des trachytes et des conglomérats.

Remarques sur l'assise supérieure de trachyte.

Le trachyte qui constitue le massif du col de Cabre, et qui appartient à l'assise la plus élevée, est d'un gris brunâtre et très-solide; la pâte est compacte et les cristaux sont peu nets. Ils ne sont

pas vitreux comme au Mont-Dore. Dans les escarpemens du Puy-Marie et du plomb du Cantal, on reconnaît facilement cette assise supérieure; on la retrouve dans les escarpemens des vallées de Vic et de Mandailles. La descente du Puy-Marie vers Murat nous montre également cette même assise, de manière qu'elle paraît s'être étendue par-dessus les différentes assises de trachyte et de conglomérats et les avoir toutes recouvertes dans un espace très-étendu tant en largeur qu'en longueur, et dont la forme n'a aucun rapport avec celle de l'espace qu'un courant de lave aurait pu recouvrir sur une surface bombée. Cette assise repose immédiatement au col de Cabre et au Puy-Marie sur un trachyte rougeâtre caverneux et un peu scoriacé. La position constante de ces deux assises ajoute à l'évidence de l'ancienne continuité de toute cette masse dont la surface devait dans l'origine être horizontale, et dont la manière d'être actuelle est un témoignage des mouvemens que le sol a éprouvés.

Variétés de trachytes

En descendant le Lioran à peu près à moitié chemin du village de la Chaze à Murat, près de la cascade du pont de Pierre-Taillée, on voit un trachyte blanchâtre, composé de grains cristallins très-fins et ayant l'apparence de perlites. Cette roche, entièrement semblable à certains porphyres de la vallée d'Enfer au Mont-Dore, est analogue à quelques variétés de domites; nous avons recueilli aussi quelques échantillons de trachyte à pâte ferrugineuse et à cristaux de pyroxène; cette dernière variété de trachyte ressemble à certaines roches des terrains basaltiques, mais sa position ne permet pas de faire ce rapprochement.

La structure et la composition des roches dont le

Cantal se compose n'est pas moins opposée que leur disposition générale à l'idée qui tendrait à assimiler ce groupe de montagnes à un simple cône d'éruption en partie démoli. Les lignes de démarcation des assises successives de trachytes et de tufs trachytiques y sont peu nettes; elles ne sont même pas séparées, comme nous aurons occasion de l'indiquer au Mont-Dore, par ces lits de parties ponceuses qui y marquent la séparation de ces deux manières d'être de la roche trachytique. Le trachyte et le conglomérat passent souvent l'un à l'autre d'une manière insensible.

Liaison des trachytes et des conglomérats trachytiques.

Composition et structure des conglomérats trachytiques.

Le conglomérat trachytique est en général composé de parties dures contenant des cristaux de feldspath, et analogues en tout au trachyte en masse; ces nodules sont réunis par une pâte tantôt terreuse, tantôt caverneuse, scoriacée, et le plus souvent d'un brun rougeâtre plus ou moins foncé. Les nodules se fondent peu à peu dans cette pâte, de manière qu'il est impossible de les détacher, et de mettre une séparation positive entre ces deux élémens du tuf trachytique; il est plus solide que le tuf trachytique du Mont-Dore, et ne présente nullement l'apparence d'un conglomérat fait à la manière des roches arénacées des terrains de sédiment. Il n'a en même temps qu'une ressemblance incomplète avec les tufs que les déjections incohérentes produisent sur les flancs des volcans brûlans. La composition et la texture des tufs trachytiques nous font penser que ces roches ont été rejetées à la même époque et par les mêmes ouvertures que le trachyte en masses continues. Elles se composeraient des parties extérieures des masses trachytiques refroidies et solidifiées les premières

par l'effet de la température plus basse des roches que le trachyte traversait, et broyées ensuite par le mouvement et le changement de figure de ce même trachyte, puis réagglutinées, peut-être refondues en partie par l'effet de la chaleur qui se dégageait de la masse encore en fusion.

Le tuf trachytique du Cantal contient, dans quelques localités de l'alunite, comme au Mont-Dore; on annonce qu'il en existe un gisement au-dessus et à l'O. des hameaux de Raimont et de Benex, au haut de la vallée de Mandailles, et un autre dans la vallée de Fontanges.

Fragmens de calcaire d'eau douce empâtés dans les tufs trachytiques.

Nous avons trouvé entre Vic et Aurillac, dans la vallée du Cer, des cristaux de dolomie empâtés dans les tufs trachytiques; cette circonstance remarquable est probablement en rapport avec les dislocations que le terrain tertiaire a éprouvées dans ce pays par suite des éruptions trachytiques. On voit, sur la route d'Aurillac à Murat, un grand nombre d'exemples de ces dérangemens, surtout depuis le village la Roque jusqu'à Polminhac. Les dislocations du terrain tertiaire sont telles que, dans l'espace de quelques toises, les couches se séparent et plongent en sens contraire; les lits de silex noirs, stratifiés parallèlement aux couches, rendent cette disposition très-sensible, et la font apercevoir de loin. Près de Giou, village situé au bas de la vallée de Vic, la route met à nu un escarpement calcaire qui peut avoir environ 40 pieds de haut sur 140 à 150 de large, et dans lequel il existe quatre de ces lits de silex. Les couches plongent vers le S.-O. sous un angle de 52° environ. Cet escarpement est recouvert par du trachyte fragmentaire qui l'enveloppe latéra-

lement. Outre ce dérangement dans la stratification du terrain tertiaire, ordinairement si régulier dans cette partie de la France, on voit encore des fragmens plus ou moins considérables (souvent de 40 à 50 pieds de diamètre) entièrement enclavés dans le conglomérat trachytique ; ces fragmens sont nombreux près de Giou. On en retrouve dans quelques points fort élevés de cette vallée, notamment près de Tiesac, dans l'escarpement de la rive droite, un peu à l'ouest de ce village (1). MM. Murchison et Lyell ont observé des fragmens de silex d'eau douce, près du point culminant de la route d'Aurillac à Murat au N. de la Chaze. Il paraît que dans le haut de la vallée de Mandailles il existe également des masses du terrain tertiaire enclavées dans le trachyte; nous n'en avons pas observé personnellement, mais le guide qui nous a conduit de Mandailles au col de Cabre, nous a assuré qu'on a trouvé du combustible fossile (probablement du lignite) au milieu des pentes et des escarpemens successifs de conglomérats trachytiques qui forment la base orientale du Puy-Chavaroche. Une charge de ce combus-

---

(1) Nous renverrons pour plus de détails sur cette pénétration du terrain trachytique dans le terrain tertiaire, au mémoire intitulé : *Sur les rapports des terrains tertiaires et des terrains volcaniques de l'Auvergne ;* que l'un de nous a publié dans les *Annales des Mines*, IIe. série, t. VII, (voyez la page 345 et suivantes, et la coupe, Pl. 12) ; et au mémoire sur les *Dépôts lacustres tertiaires du Cantal*, et leurs rapports avec les roches primordiales et volcaniques, par MM. C. Lyell et R.-I. Murchison. (*Annales des Sciences naturelles*, t. 18, page 172.)

tible a été descendue à Mandailles et brûlée par un maréchal (1).

Ces masses de calcaire enclavées, au milieu du terrain trachytique, sont par trop considérables pour être considérées comme de vastes galets appartenant à un terrain de transport; leur intercalation dans le conglomérat trachytique qui les enveloppe de tous côtés, nous indique que le terrain tertiaire a été fortement bouleversé par l'arrivée au jour des trachytes et de leur tuf; cette disposition nous montre combien sont légères et trompeuses les ressemblances accidentelles que présentent ces tufs avec ceux qui se forment sous nos yeux sur les flancs des volcans brûlans et dont les dépôts, qui couvrent aujourd'hui les ruines d'Herculanum et de Pompeia, offrent un exemple célèbre. Cette différence ajoute une nouvelle force aux autres motifs qui empêchent de voir dans le Cantal un cratère ordinaire dégradé.

Les éruptions de trachyte ont été nombreuses et successives.

L'apparition des trachytes du Cantal n'a pas eu lieu d'un seul jet. Leur production doit avoir continué pendant une époque assez longue, à en juger par la répétition des assises. Elle s'est prolongée encore long-temps après la formation des

(1) M. Bouillet cite dans son *Itinéraire minéralogique et historique de Clermont-Ferrand à Aurillac*, page 57, un fait qui a peut-être quelques rapports avec ce qui précède : « Il existe, dit-il, à peu de distance du Cantal » des couches de sable et de gravier absolument verti- » cales sur un épaisseur considérable. » M. Amédée Burot, dans l'ouvrage qu'il vient de publier *sur les terrains volcaniques de la France centrale*, donne beaucoup de détails intéressans sur ces conglomérats très-inclinés.

masses principales, ainsi qu'on peut l'inférer de l'existence des nombreux filons de trachyte qui coupent ces dernières ; on voit près de Ferval, dans l'intérieur de la cavité centrale, plusieurs de ces filons trachytiques ; qui coupent les assises de trachyte et de conglomérat. Il existe également un filon de trachyte au sommet de la montée du Lioran, près de la source du Cer ; ces trachytes en filons sont en général plus compactes et plus cristallins que les couches qu'ils traversent ; néanmoins, on ne peut douter de leur nature : ils ne sont pas basaltiques. La production des trachytes paraît avoir cessé complétement avant les épanchemens basaltiques, car les filons trachytiques ne traversent point les assises basaltiques.

Filons de trachyte.

Dans le groupe du Cantal, le basalte forme une couverture à peu près continue qui s'élève de tous côtés jusqu'à peu de distance et souvent même jusqu'au sommet de la crête de la cavité centrale. Les nappes basaltiques sont partout inclinées de la même manière que le trachyte ; leur inclinaison varie avec leur position autour du cratère, et tout annonce, de même que pour le trachyte, que cette disposition régulière est liée à la formation de cette enceinte circulaire. Il est d'ailleurs évident, ainsi que nous l'avons déjà rappelé, que ces vastes nappes de basalte ne peuvent s'être solidifiées dans la position inclinée où on les observe aujourd'hui.

Nappes de basalte formant une couverture presque continue.

Outre les nappes recouvrantes, le basalte forme encore de nombreux filons qui traversent toutes les assises trachytiques, et viennent s'épancher à leur surface. Le Puy-Violent est formé, comme la banne d'Ordenche, dans le groupe du Mont-Dore, par la tête d'une colonne ba-

Filons de balsate.

saltique ou plutôt d'un filon basaltique, renflé à peu près comme celui qui constitue la roche rouge près du Puy. Le vide que remplit ce filon paraît avoir été l'une des bouches par lesquelles sont sorties les nappes balsatiques, aujourd'hui inclinées, qui couvrent de ce côté les pentes du Cantal. Plus résistante sans doute que les nappes balsatiques, cette tête de filon a été moins dégradée qu'elles, elle domine aujourd'hui leur surface devenue inégale et de sa cime on peut prendre une idée exacte du profil rectiligne et incliné qu'elles présentent en grand. Les filons basaltiques du Puy-Violent sont remarquables par leur étendue et la constance de leur direction qui court à peu près du S. 10 E. au N 10° O.

Le sommet du plomb du Cantal est formé, ainsi que nous l'avons indiqué, par un petit lambeau basaltique, d'environ 25^{m}. de hauteur, en rapport avec les nappes de basalte qui forment les arêtes qui séparent les vallées du Brezons, de la Séniq, de Goul, etc. M. Amédée Burat, dans son intéressant ouvrage sur les volcans de la France centrale, donne le nom de dyke au lambeau basaltique du plomb du Cantal : nous croyons qu'il existe en effet un dyke basaltique d'une faible puissance qui coupe les assises trachytiques qui supportent le plomb, et par lequel le basalte du plomb a probablement été vomi; mais le lambeau balsatique du plomb ne saurait être appelé dyke, puisqu'il *s'étend* sur le trachyte au lieu d'y pénétrer avec toute sa largeur. Il est évident qu'il a fait partie d'une nappe primitivement beaucoup plus étendue qui, comme presque tous les basaltes, se sera épanchée par des fentes.

On observe un filon basaltique dans l'intérieur de la cavité centrale, entre le Puy-de-Griounaux et le pied du Puy-Marie.

Longue durée des éruptions balsatiques.

Dans aucun point du Cantal on ne voit le basalte alterner avec le trachyte; toujours il est supérieur à cette dernière roche. Cette disposition, ainsi que la présence des filons basaltiques, prouvent d'une manière irrécusable que dans cette contrée les éruptions basaltiques sont postérieures aux épanchemens trachytiques; la différence d'âge entre le basalte et le trachyte, ainsi que celle qui résulte de la comparaison des roches, ne nous paraissent pas les seuls caractères qui doivent faire considérer les terrains trachytiques et basaltiques comme le produit de deux phénomènes différens, quoique du même ordre. Les trachytes, quoique formant des nappes assez continues et qui se sont renouvelées plusieurs fois, paraissent s'être épanchés à un état beaucoup moins fluide que les basaltes. Ils doivent être sortis plus tôt par de larges crevasses, tandis que les basaltes sont arrivés au jour par des fentes. Les coulées basaltiques paraissent, comme les éruptions trachytiques, avoir rempli une certaine période et s'être renouvelées à plusieurs reprises. Ainsi, aux environs du Puy-Violent et dans les deux flancs de la vallée du Mars, le basalte forme deux nappes séparées par une couche épaisse de conglomérat basaltique; la nappe inférieure de basalte repose sur le tuf trachytique.

Nous avons annoncé que le phonolite, indépendamment du Puy-de-Griou, de la roche de l'Usclade et des roches adjacentes, forme encore des masses détachées, situées loin du centre principal de soulèvement, comme celle du haut de la vallée

du Falgoux. Il constitue en outre plusieurs filons. On en voit un, peu épais, à quelque distance du plomb du Cantal; il est composé de phonolite présentant une division tabulaire parallèlement à la direction du filon. Ce filon de phonolite coupe l'assise de trachyte qui forme la crête du cratère. La position des masses principales de phonolite, au point central vers lequel se relèvent les assises trachytiques et basaltiques jointe à la circonstance que le filon dont nous venons de parler coupe toutes les assises du trachyte, nous conduisent à supposer que dans le Cantal cette roche est plus moderne que le trachyte et même que le basalte. Ces porphyres, poussés à la surface du sol auraient soulevé devant eux les assises trachytiques et les nappes basaltiques, lesquelles, ne pouvant résister à la pression qu'elles éprouvaient, se seraient ouvertes au point où l'action s'exerçait avec le plus de force et déchirées latéralement, suivant plusieurs lignes qui partaient du centre; ces différentes déchirures et l'écroulement des parties trop fortement ébranlées auraient donné naissance au vide intérieur ainsi qu'aux vallées profondes qui en interrompent le contour.

Masses et filons de phonolite: leur influence sur la forme du groupe.

Le relèvement ne s'est pas fait d'une manière parfaitement semblable sur tout le pourtour du groupe. Du côté de l'ouest et du nord-ouest, les nappes basaltiques s'inclinent d'une manière presque uniforme de la crête circulaire vers l'extérieur en présentant des profils presque exactement rectilignes. Du côté de l'est au contraire, les assises trachytiques s'inclinent de moins en moins à mesure qu'on s'éloigne des bords du cirque que couronne le lambeau basaltique du plomb, et les nappes basaltiques en

partie démantelées présentent une disposition correspondante. De ce côté la section méridienne des assises relevées est sensiblement courbe et approche de la forme de la chaînette beaucoup plus que de la ligne droite, et quoique près du plomb la crête circulaire soit plus élevée que dans tout le reste du contour, l'inclinaison étant en même temps beaucoup plus forte près de la crête, le niveau des montagnes s'abaisse d'abord beaucoup plus rapidement et la région des paturages fait place beaucoup plus vite à celle des champs cultivés.

Nous avons montré, dans la première partie de ce mémoire, que l'hypothèse d'un soulèvement circulaire à laquelle nous sommes conduits pour expliquer comment le Cantal a pris son relief actuel est assez simple pour qu'il soit possible de la soumettre au contrôle de quelques calculs numériques. Nous ne pouvons donc terminer l'aperçu que nous venons de donner de la structure de ce groupe de montagnes, sans examiner jusqu'à quel point les traces de déchirement que présente sa surface répondent soit par leur quantité absolue, soit par l'effet qu'elles produisent sur la figure du massif comparativement avec ce qui s'observe dans d'autres massifs auxquels on est porté à attribuer une origine semblable, soit même par l'influence qu'elles paraissent avoir eues sur les formes de différentes parties du groupe, à l'hypothèse d'un soulèvement en rapport par son étendue et sa quantité avec les données de l'observation.

Nous ferons d'abord abstraction de la dissemblance que nous venons de signaler entre les diverses sections méridiennes du système. Nous supposons que de toutes parts les nappes basal-

tiques se relèvent uniformément du contour à peu près circulaire de l'espace soulevé vers la crête du cirque central. Les villages de Giou et de Saint-Bonnet-les-Salers sont situés à peu près sur la circonférence de l'espace que le soulèvement a affecté. Leur distance moyenne au fond du Vacher, qui occupe le milieu de la masse phonolitique centrale, est d'environ 22,000 mèt. Nous aurons donc pour le Cantal R=22,000 mèt. L'angle sous lequel se relèvent les nappes basaltiques qui constituent les plateaux que coupe la vallée du Mars et ceux qui avoisinent le Puy-Violent, paraît à l'œil d'une constance remarquable; et des mesures directes, mais qui ne peuvent être considérées que comme approximatives, me l'ont fait évaluer à 4 à 5°. Il paraît cependant que, malgré cette apparente uniformité, la pente diminue à mesure qu'on approche de la circonférence extérieure, et que, même de ce côté, la section méridienne du système est une courbe légèrement concave; car la hauteur du Puy-Violent, qui est de 1575 mèt., ne surpasse que de 775 mèt. la hauteur moyenne du terrain sur lequel s'élève le Cantal, hauteur qu'on peut évaluer à 800 mètres, et en divisant cette différence de hauteur par 12,000 mètres, distance du Puy-Violent à la circonférence du groupe, on trouve $\frac{775}{12000}=0{,}065$ pour la tangente de l'angle d'inclinaison, ce qui ne donne que 3° 42′ pour la valeur moyenne de cette même inclinaison, que nous avons désignée par θ. Nous aurons donc pour le Cantal $\theta=3°\ 42'$, tan. $\theta=0{,}065$. Le contour de la cavité centrale n'est pas aussi exactement circulaire qu'il le paraît à l'œil, lorsqu'on l'observe du Puy-de-Griou, ses rayons ne sont pas tous égaux, mais la distance du fond du

Vacher au Puy-Chavaroche, qui est d'environ 4,000 mètres, est à peu près la moyenne de leur longueur. Pour calculer approximativement la somme des largeurs originaires des fractures et des fendillemens qu'a dû présenter, immédiatement après le soulèvement, la surface de la masse soulevée à une distance du centre égale au rayon moyen des escarpemens du cirque, il faut dans la formule (3) donner à R et à θ les valeurs déterminées ci-dessus, et y faire $r = 4,000$ mètres. On trouve ainsi :

$$\Sigma f = \pi\ (18,000^{m})\ (0,065)^{2} = 236^{m}.$$

Telle est la valeur de la somme des largeurs originaires des interstices que le soulèvement aura fait naître sur la surface supérieure de la masse soulevée à la distance du centre à laquelle se trouvent moyennement les escarpemens. Cette somme, dans laquelle se trouvent comprises les largeurs des dykes de phonolite et d'autres roches, qui auront pu être injectés au moment du soulèvement, n'est pas assez grande pour interrompre d'une manière bien notable la continuité des assises dont cette masse se compose; car la circonférence de 4,000 mèt. de rayon, sur laquelle ces fractures se trouvent réparties, ayant 25,133 mèt. de développement, la somme des fractures n'en forme que $\frac{236}{25133}$ ou environ $\frac{1}{106}$; ainsi l'apparence de continuité que présentent les escarpemens circulaires n'a rien de contraire à l'hypothèse du soulèvement.

Cette somme de fractures, toute petite qu'elle est relativement à la circonférence sur laquelle elle est répartie, est cependant assez grande en elle-même pour avoir pu devenir l'origine de dé-

gradations considérables. Si elle s'était répartie en entier entre 5 crevasses, chacune d'elles aurait eu moyennement près de 50 mètres de largeur à sa partie supérieure, ce qui est bien plus que suffisant pour donner naissance à une vallée. Il suffit, en effet, d'une fracture de peu de largeur, pourvu qu'elle soit profonde et continue, pour donner accès aux eaux pluviales et à celles provenant de la fonte des neiges jusque dans le cœur du massif qu'elle traverse, et pour les mettre dans le cas de produire en sapant la base des escarpemens de nombreux éboulemens. Ces éboulemens ne doivent cesser que lorsque les flancs des vallées ont acquis un certain talus, et les talus actuels ne sont pas encore suffisans pour en prévenir complétement le retour, car il y en a encore quelquefois.

C'est ici le lieu de remarquer que l'hypothèse d'un soulèvement préalable et de la production d'une somme correspondante de crevasses, est celle qui, dans le creusement des vallées divergentes du Cantal, laisse le moins à faire à l'action érosive des eaux. Si on supposait que le Cantal fût un ancien cône d'éruption dont la partie centrale se serait éboulée, il serait bien plus difficile de concevoir la formation des vallées qui le découpent. Combien de temps n'aurait-il pas fallu aux eaux agissant sur la surface extérieure d'un cône pour suppléer à l'avantage que leur donnent des fissures qui les introduisent de prime-abord au milieu de la masse à attaquer. Peut-être les partisans de l'hypothèse du cône d'éruption démantelé seraient-ils tentés d'appeler à son secours des fissures contemporaines de l'écroulement de la partie centrale. Mais, ainsi que nous l'avons rappelé page 546, des fissures supposent un soulèvement; et si les adver-

saires de notre hypothèse admettent un soulèvement quelconque, nous ne voyons plus bien en quel point essentiel leurs idées diffèrent des nôtres.

Nous avons donné à la fin de l'Introduction, p. 566, le résultat de l'application de la formule (4) au Cantal, et fait pressentir par-là les rapports que le moyen de comparaison qu'elle présente établit entre le Cantal et d'autres cônes de soulèvement. Il résulte évidemment des discussions auxquelles nous nous sommes livrés dans l'introduction, et des élémens numériques du cône du Cantal, que sa surface doit être plus déchirée que celle de Santorin, ce qui a lieu en effet, et moins déchirée que celle de Ténériffe, et surtout de Palma. Cette dernière condition ne paraît pas au premier aspect aussi fidèlement remplie; cependant, si on remarque d'une part que les descriptions de M. de Buch n'indiquent nulle part à Palma, ni même à Ténériffe, de plateaux comparables à ceux qui s'élèvent de différens côtés jusque près de la crête de la cavité centrale du Cantal, et si on observe de l'autre qu'une partie des fractures du cône extérieur de Ténériffe ont pu être comblées par les coulées de laves sorties à différentes reprises de divers points de ses flancs, et que le cône du Cantal se couvre chaque hiver d'une enveloppe de neige, qui, en se fondant au printemps, donne lieu à des torrens considérables qui n'ont pas d'équivalens dans les îles Canaries, on verra que l'état du Cantal n'a rien de contraire aux rapports que le calcul indique entre lui et les cônes de soulèvement de Ténériffe et de Palma.

Si maintenant nous comparons entre eux les

différens côtés du cirque du Cantal, que nous avons vu être diversement inclinés, nous remarquerons que ceux où l'inclinaison est la plus grande près de la crête circulaire peuvent être assimilés à des segmens de cônes moins surbaissés, et que, d'après les discussions que nous avons présentées dans l'introduction, ils doivent avoir été plus destructibles que les autres. Or, il se trouve en effet que la portion du cirque sur laquelle se trouve le plomb du Cantal, est celle où les assises trachytiques présentent la plus grande inclinaison, et que ce côté est aussi celui où le manteau basaltique a été le plus dégradé.

En résumé, on voit que rien ne conduit à assimiler le Cantal à un cône d'éruption démantelé; que plusieurs faits importans rendent cette assimilation impossible; que tout, au contraire, concourt à le présenter comme le résultat d'un soulèvement opéré dans un grand plateau basaltique reposant sur un terrain trachytique, et comme un nouvel exemple de ces cônes de soulèvement évidés à leur centre, que M. de Buch a nommés *cratères de soulèvement*.

III. GROUPE DES MONTS DORE.

Le groupe des monts Dore présente dans sa composition et même dans ses formes de nombreux traits de ressemblance avec celui du Cantal : il est cependant plus compliqué, quoique moins étendu. Il occupe un espace à peu près circulaire d'environ deux myriamètres ou quatre lieues de diamètre. (Voyez la carte, pl. XI). Il se com-

pose, comme le Cantal, d'une série d'assises de trachytes et de conglomérats trachytiques reposant sur le granite et les autres roches cristallines qui forment la base du sol du grand plateau de l'Auvergne et du Limousin. Le système trachytique y est traversé comme au Cantal par des filons et des colonnes de basalte dont la carte planche XI indique les plus remarquables, et recouvert en quelques points par de larges nappes basaltiques; mais ces basaltes en nappes ne s'observent guères, dans l'état actuel des choses, que sur le pourtour du groupe qu'elles entourent en forme de ceinture presque continue.

Ces assises trachytiques et basaltiques dont tout annonce que la position originaire était sensiblement horizontale, se relèvent aujourd'hui d'une manière presque toujours assez prononcée, quelquefois même très-forte, non plus vers un seul centre comme au Cantal, mais vers plusieurs centres différens dont chacun paraît avoir été le point d'application d'une force soulevante. Ce relèvement, d'abord faible, augmente à mesure qu'on approche des centres de soulèvement, comme dans la chaînette, en approchant du point d'attache; les roches n'étant pas susceptibles de s'étendre, se sont rompues, lorsque le soulèvement a été trop considérable.

Il présente trois centres de soulèvement.

On reconnaît au Mont-Dore trois centres principaux de soulèvement. Le Puy-de-Sancy, point le plus élevé du groupe, situé au sud du village des bains, forme un de ces centres; la roche Sanadoire, la roche Thuilière, et la roche de Malviale, placée au S.-O. des deux premières, forment par leur ensemble un second centre autour duquel les assises trachytiques sont relevées. Le troi-

sième centre est placé à la réunion des ruisseaux au S.-O. du Puy-de-la-Tache. Ce troisième soulèvement n'est guères indiqué que par le relèvement des assises trachytiques vers un même point; elles ne sont pas rompues aussi fortement que celles qui entourent la roche Sanadoire ou le Puy-de-Sancy, et il n'en est pas résulté, comme dans ces deux premiers exemples, une dépression centrale où les roches qui ont produit ou transmis l'action soulevante se trouvent mises à découvert. La masse basaltique de la Banne d'Ordenche, sur le prolongement de laquelle se trouve le Puy-Gros (1), appartient encore à un groupe de dislocations distinct des trois précédens et d'une forme assez différente; c'est plutôt une grande faille qu'un centre de soulèvement.

Causes du soulèvement

La dépression qui enveloppe la Sanadoire, la Thuilière et la Malviale nous montre à découvert dans son centre les roches auxquelles nous rapportons au moins en partie, les révolutions que le sol trachytique a éprouvées; c'est le phonolite. Chacune de ces trois roches présente un segment de cône en partie nu, en partie gazonné vers l'extérieur, et coupé par une face verticale qui est tournée vers le point central du cercle qui serait tangent à ces trois roches. Toutes trois sont en partie composées de masses prismatiques; elles laissent principalement voir cette structure dans la partie coupée à pic. Les prismes de la roche Thuilière sont d'une régularité remarquable; ils sont verticaux, à quatre faces. Sur leur lon-

(1) Il existe au Mont-Dore deux Puys désignés par ce nom, celui dont il est question ici est au N de l'établissement des bains.

gueur, qui est considérable, ils sont coupés obliquement par un autre ordre de fractures; vers la partie nord de la roche, ils dégénèrent en tables verticales peu épaisses, qui ont la structure schisteuse, circonstance dont on profite pour les débiter en tuiles grossières. La roche Malviale placée au sud de la roche Thuilière affecte une disposition semblable, mais moins régulière; quant à la roche Sanadoire, elle est composée de paquets de prismes quelquefois courbes et diversement disposés sur la face intérieure. Sa base méridionale, qui fait partie du contour extérieur des masses phonolotiques, est divisée en gros prismes peu réguliers, ou simplement même en pilastres irréguliers; ces pilastres présentent des fissures rectangulaires qui nous montrent qu'ils sont composés eux-mêmes de prismes horizontaux. La base de ce phonolite paraît être du feldspath compact mélangé de petits cristaux de feldspath lamelleux non vitreux. Son aspect diffère essentiellement des porphyres trachytiques qu'on voit dans les escarpemens qui enveloppent de tous côtés les trois dents phonolitiques. On a trouvé dans ce phonolite des cristaux de Hauyne. L'intervalle qui sépare les trois roches est très-uni; il est en partie occupé par un cours d'eau et une prairie; on n'y voit pas de rochers à nu.

Au Puy-de-Sancy on peut apprécier l'action soulevante par la direction de la nappe trachytique qui se relève de tous côtés sous des angles de 10°, de 20° et même de 30 à 35°; mais on ne voit pas immédiatement la roche qui a produit ce relèvement à moins qu'il ne faille l'attribuer au groupe de filons de trachyte qui se trouve au point central.

Le Puy ou Pic-de-Sancy, élevé de 1887 mètres au-dessus de la mer, forme le point le plus élevé de tout le groupe des monts Dore. Autour de sa cime aiguë se groupent d'autres cimes un peu moins élevées mais d'une forme analogue, dont l'ensemble produit une ligne dentelée qui termine au midi la vallée des bains. Ce groupe de cimes, d'une forme différente de celles qui les entourent est formé par une réunion de filons et de colonnes irrégulières de trachyte qui s'élèvent à travers une grande masse de conglomérats trachytiques dont l'action du temps a dégagé leurs parties supérieures. Il est assez naturel de penser que ce groupe de filons a été le point d'application, peut être même l'effet direct du principal effort soulevant.

Placé à la cime du Puy-de-Sancy, l'observateur voit se déployer autour de lui une série d'escarpemens disposés à peu près suivant une circonférence du cercle dont il occupe le centre. Ces escarpemens réalisent pour lui la coupe cylindrique que nous avons indiqué la nécessité de faire dans une masse conique de matières volcaniques dont on cherche à deviner l'origine. En joignant aux données qu'ils lui présentent celles que lui offrent en même temps les escarpemens de la vallée des Bains que ses regards parcourent en entier, le géologue placé à la cime du Puy-de-Sancy peut saisir d'un seul coup d'œil les principaux élémens du problème que présentent les Monts Dore.

Trois grandes assises de conglomérats trachytiques, surmontées chacune par une assise de trachyte solide, se dessinent sur les escarpemens circulaires par des lignes horizontales qui ne

s'interrompent que dans les différentes échancrures qui déchirent plus ou moins profondément le cirque où elles se déploient, et dans les espaces couverts de gazon ou d'éboulemens qui en masquent quelques parties. De nombreux ravins où les eaux coulent constamment et dans plusieurs desquels elles tombent en cascades, présentent çà et là des coupes toujours découvertes où on peut étudier tous les détails de leur structure et de leur superposition. Ces escarpemens étagés ressemblent certainement beaucoup plus à ceux que des soulèvemens autour d'un point ont produits, soit à Morey ou au Creux-du-Vent dans le Jura, soit à Loëche en Valais, qu'à ceux que pourraient offrir intérieurement les restes d'un cône d'éruption dont le milieu se serait éboulé.

A partir des escarpemens qui font face au Puy-de-Sancy, ces assises trachytiques plongent de toutes parts vers l'extérieur; de sorte qu'au Puy-Gros, placé au sud du Pic-de-Sancy, les assises trachytiques sont inclinées de 30 à 35° vers le S. 40° E., tandis qu'au Pan-de-la-Grange, qui est à l'ouest de ce même Pic, le trachyte plonge à l'O. 10° N., et qu'à la Grange-Berger et au plateau de Cacadogne, placés, l'une au nord du groupe central, et l'autre à l'est, l'inclinaison est, dans le premier lieu, vers le N. 15° E., et dans le second vers le E. 10° à 15 S.

Les assises trachytiques présentent des porphyres feldspathiques plus ou moins solides alternant avec des conglomérats. Ces conglomérats sont composés de masses plus ou moins aggrégées qui paraissent avoir été rejetées à l'état solide, et qui contiennent exactement les mêmes élémens que les assises porphyriques. Ils ne

Nature du conglomérat trachytique.

nous paraissent pas être uniquement, comme quelques géologues l'ont pensé, le produit du remaniement opéré par les eaux, qui ont agi à la surface du sol; et par conséquent ils ne nous semblent pas indiquer nécessairement que les trois époques auxquelles s'est renouvelée l'action qui a donné naissance au trachyte aient été séparées l'une de l'autre par des époques de sédimentation. La formation de ces conglomérats nous semble une conséquence nécessaire du mode d'éruption des trachytes; il est probable que tandis qu'une partie de la matière trachytique était rejetée à l'état liquide, une certaine quantité s'était solidifiée dans le trajet, et arrivait à la surface du sol à l'état solide. Nous avons indiqué d'ailleurs que dans le Cantal où les caractères des conglomérats trachytiques sont encore plus tranchés, les terrains tertiaires ont été également disloqués par l'apparition soit des conglomérats soit des trachytes, circonstance qui vient appuyer la supposition que nous admettons sur leur formation. Mais quoique ces roches pseudo-arénacées ne paraissent dans aucun cas devoir essentiellement leur origine à des causes étrangères à celles qui présidaient alors à la formation des trachytes, il n'en est pas moins naturel de supposer que les eaux de la surface ont pu apporter quelques modifications aux phénomenes ignés, et remanier quelquefois une partie de leurs produits.

Nature du trachyte.

Au milieu et au-dessus des conglomérats le trachyte porphyrique constitue des assises qui présentent, malgré quelques variations locales, des caractères généraux assez constans; aux environs des bains du Mont-Dore, sa pâte légèrement colorée en gris est cristalline et souvent peu cohérente. Dans les escarpemens des environs du Puy-

de-Sancy, souvent elle est composée de points cristallins qui lui donnent l'apparence de domite. Les cristaux sont de feldspath blanc vitreux, fendillé dans tous les sens et affectent presque toujours une forme maclée. A mesure que l'on s'éloigne du Puy-de-Sancy, le porphyre devient plus compacte, et vers les extrémités l'assise trachytique supérieure présente à Besse, aux pâturages de Guery, etc..., des caractères qui rapprocheraient ce porphyre des phonolites.

Trachyte en filons.

Le trachyte forme souvent des prismes aussi beaux que le basalte, mais cette disposition est surtout fréquente dans le trachyte en filons. Celui sur lequel est construit l'établissement même des bains nous en offre un exemple remarquable. Cette structure pseudo-régulière de quelques trachytes du Mont-Dore, qui se retrouve dans des porphyres beaucoup plus anciens, comme ceux d'Édimbourg, par exemple, a fait souvent confondre les trachytes et les basaltes; mais cette dernière roche, quoique existante réellement sur quelques sommités du Mont-Dore, y est beaucoup moins abondante qu'on ne le croit généralement.

L'assise supérieure de trachyte forme presque partout la surface des plateaux.

L'assise supérieure de trachyte est la plus épaisse; elle forme le sol de la plus grande partie des pâturages du Mont-Dore, à l'exception des pâturages du fond de la vallée et de ceux qui avoisinent le Capucin. Cette assise est la seule qui se retrouve dans les coupures un peu éloignées du centre du groupe. Placé sur la sommité saillante du Puy-de-Sancy, dans la vallée des Bains ou aux environs de Murat-le-Quaire, on reconnaît la manière dont s'étend cette nappe; ainsi on voit distinctement que la couche de trachyte, qui constitue le plateau de l'Angle et les escarpemens de la cascade du Mont-Dore, se continue

jusqu'au roc de Cuzeau, où elle se relève sous un angle plus rapide. Cette disposition est très-fidèlement représentée dans l'une des planches de l'ouvrage de M. Amédée Burat sur les volcans de la France centrale. Un escarpement situé entre la cascade et le roc Cuzeau et où il y a même eu un éboulement qui paraît encore tout frais, mais dont l'époque est cependant entièrement inconnue aux habitans, met à nu cette assise supérieure et nous permet d'en reconnaître la manière d'être mieux qu'en aucun autre point.

C'est évidemment cette même assise de trachyte porphyrique qui forme le sol des pâturages où prennent naissance les sources de la cascade du Mont-Dore, ainsi que de ceux qui s'étendent entre le roc de Cuzeau et le Puy de l'Angle. Elle se relève d'une part vers le plateau de Cacadogne, et de l'autre vers le Puy-de-la-Tache; elle forme l'escarpement de la cascade de Quereilh; c'est encore elle évidemment qui, descendant du Puy-de la Croix-Morand et du groupe du Puy-de-la-Tache, forme le sol des pâturages situés entre la Croix-Morand et le lac de Guery; elle se relève pour former le Puy-de-l'Aiguiller, le Puy-Gros et les croupes arrondies situées entre le lac Guery et la Banne d'Ordenche. Cette même assise trachytique se relève un peu pour former le cirque qui entoure les roches Thuilière et Sanadoire: Elle forme les pâturages inclinés à l'O.-N.-O. qui environnent la Banne, s'étend ensuite dans la plaine, sans aucun ressaut considérable, vers la petite route de Clermont, et elle se prolonge enfin du côté de Tauves et de la Tour d'Auvergne. De ces points éloignés et très-bas elle se relève avec une uniformité remarquable en formant la montagne des Bois-de-Charlanne, celle de Bozat, le

Capucin et elle revient former, en face du Puy-de-Sancy, les escarpemens du Puy-de-Cliergue et ceux qui dominent la Cour jusqu'au Puy-Redon.

Le relèvement de l'assise trachytique supérieure vers la roche Sanadoire, et les déchiremens qu'elle présente à l'E. du lac Guery, laissent paraître le conglomérat ponceux sur lequel elle repose presque constamment. On voit cette même superposition dans les escarpemens de la Cour, du roc de Cuzeau et dans ceux qui le joignent au Puy-Ferrand.

Basalte sur quelques sommités trachytiques.

Nous avons indiqué que les pentes du Mont-Dore étaient recouvertes d'une ceinture de basalte dont les nappes présentaient aussi une légère inclinaison vers la partie extérieure du groupe; on voit en outre du basalte sur quelques sommités, comme à la Banne d'Ordenche. On pourrait croire que ce basalte est plus ancien que le trachyte, et qu'il a été mis dans la position qu'il occupe actuellement par l'élévation du trachyte; mais la position relative de ces deux roches montre bientôt que le basalte est au contraire plus moderne que le trachyte. En effet, il forme des filons considérables qui coupent toutes les assises de trachyte et de conglomérat, et se répandent en nappe à la surface de ce terrain. La banne d'Ordenche que nous venons de citer fournit un exemple remarquable de ces filons basaltiques.

La disposition inclinée des nappes basaltiques situées sur le pourtour du groupe, de celles, par exemple, du Puy-de-Pailhet au N.-O. de Vassivière, s'oppose à la supposition que la forme du Mont-Dore serait due à une éruption volcanique ordinaire. Mais ces nappes se tenant ici généralement plus loin du centre qu'au Cantal, soit par l'effet

d'une dénudation, soit par toute autre cause, ne peuvent nous fournir des argumens aussi directs. C'est de l'examen de la disposition des trachytes que nous devons les tirer.

La forme du Mont-Dore ne peut être le résultat d'eruptions comme celles d'aujourd'hui.

On a presque toujours supposé que l'existence si remarquable au Mont-Dore de mamelons centraux, flanqués de longs plateaux inclinés, était due à des actions volcaniques semblables à celles qui agissent encore de nos jours; mais cette explication ne rend que très-imparfaitement compte des phénomènes que nous offrent ces contrées. En effet, nous avons fait remarquer que la nappe supérieure de trachyte qui forme les pâturages du Mont-Dore se montre partout à la surface du sol, excepté dans les intervalles où une dénudation l'a fait disparaître; on la reconnaît sur tous les plateaux qui séparent les déchiremens et on la retrouve presque toujours jusque vers le sommet des escarpemens; enfin cette assise, loin de présenter une inclinaison constante et graduelle vers un seul point, se relève sous des angles très-variés vers plusieurs centres. La supposition que les trachytes sont dus à différens foyers d'éruption expliquerait sans doute jusqu'à un certain point le relèvement convergent des assises trachytiques vers ces différens centres; mais comment concevoir alors l'unité et la continuité de cette nappe de trachyte que l'on suit si aisément de proche en proche? La disposition des vallées est aussi très-difficile à concevoir dans cette hypothèse, tandis que, ainsi que nous l'avons déjà montré en parlant du Cantal, elle est au contraire complétement conforme à la disposition que présenteraient ces vallées de déchirement auxquelles les soulèvemens donnent nécessairement naissance.

La seule analogie que les assises trachytiques du Mont-Dore présentent avec les laves modernes, consiste dans les scories qu'elles présentent à leurs parties inférieures et supérieures; quelques géologues paraissent croire que l'existence d'une nappe de matière fondue présentant des scories à ses deux surfaces inférieure et supérieure, suppose l'existence préalable d'un cône d'éruption. Le rapprochement de ces deux idées nous parait entièrement gratuit. Il nous suffira pour le prouver de rappeler que la lave de 1730 à lancerote épanchée par une longue crevasse, et répandue sur une vaste surface horizontale, n'en est pas moins scoriacée près de ses deux surfaces. Le porphyre trachytique ne ressemble d'ailleurs pas plus par sa texture minéralogique à une lave moderne refroidie sur une pente de quelques degrés, que la disposition des trachytes en grandes nappes très-étendues dans tous les sens, ne ressemble à celle des coulées étroites produites par les cratères des Monts Dore.

Lorsqu'on se rend un compte exact de la disposition des lambeaux, séparés aujourd'hui par différentes vallées de déchirement ou d'érosion qui restent comme autant de témoins de la continuité certainement plus complète autrefois de la grande assise supérieure de trachyte; on n'y reconnait absolument rien qui puisse justifier l'idée qu'elle aurait été formée par différentes coulées émanées à des époques successives, à la manière des coulées modernes, des points vers lesquelles elle se relève aujourd'hui. La manière constante dont elle se superpose dans toute son étendue à une même assise de conglomérats, annonce au contraire que toutes ses parties ont

été formées en même temps, ce qu'on ne peut expliquer qu'en admettant que la matière molle de ce trachyte supérieur vomie simultanément par différentes bouches, en nombre égal peut-être à celui des variétés de texture qu'on y observe, s'est étendue à l'entour des différens points d'éruption à une distance assez grande pour que ses diverses parties en se joignant et se confondant ensemble pussent former une masse continue. La surface supérieure de cette vaste assise devait être originairement à peu près horizontale, car aucune coulée moderne refroidie sur un sol sensiblement incliné ne présente une texture à la fois cristalline et compacte comparable à celle du trachyte porphyrique. A en juger par les analogies que nous offrent les volcans actuels et les produits de nos fourneaux, cette texture ne peut résulter que du refroidissement très-lent d'une grande masse en repos. Aujourd'hui au contraire, elle offre une disposition dont on ne peut donner une idée plus juste qu'en la comparant à celle d'une toile tendue horizontalement, et qu'on soulèverait à la fois dans plusieurs points assez éloignés les uns des autres, de manière que l'inclinaison qu'elle prendrait dans un point n'aurait que peu d'influence sur l'inclinaison que lui donneraient les autres supports. Ces points soulevés ont donné naissance à des protubérances, ou à de simples bosses, lorsque la force n'a pas été assez énergique pour se faire jour à travers la nappe trachytique; il en est résulté au contraire des excavations considérables lorsque le sol soulevé a cédé à l'action qui agissait sur lui, et qu'il s'est déchiré et ensuite dégradé. Ces excavations, entourées presque de tous

côtés par des escarpemens abruptes, présentent une forme analogue à celles auxquelles M. de Buch a appliqué la dénomination de cratères de soulèvement, et nous pouvons même ajouter que cet illustre géologue, qui a commencé par l'Auvergne l'étude des terrains volcaniques, regarde depuis long-temps les escarpemens qui font face au Puy-de-Sancy, comme un cratère de soulèvement, dont la vallée des Bains serait la principale fracture.

La vallée de la Tranteine présente, dans une direction presque diamétralement opposée à celle des Bains, les traces beaucoup plus dégradés d'une autre crevasse de déchirement. Enfin, la vallée de Chaudefour, qui descend du pied oriental du Puy-de-Cacadogne, vers Vouassière et le Chambon peut encore être considérée comme devant son origine à un déchirement produit par le soulèvement. Cependant elle ne prend naissance qu'en dehors du cirque central, circonstance qui se rattache sans doute aux autres irrégularités que présente le soulèvement. Ces trois vallées divisent la base du cône irrégulier, dont le Puy-de-Sancy serait l'axe en trois segmens inégaux.

Dans le groupe du Puy-de-Sancy, le relèvement des nappes de matière fondue, dont tout annonce l'horizontalité primitive, est plus rapide que dans le Cantal, et par conséquent il est en lui-même encore plus évident, mais il est en même temps moins régulier, ce qui fait que son influence, sur la forme de l'ensemble du groupe, ne se manifeste pas d'une manière aussi simple.

Au Puy de-Gros, situé au midi du Puy-de-Sancy, les assises trachytiques nous ont paru plonger vers l'extérieur, sous un angle d'environ 35°; et quoique cette grande inclinaison soit un

fait local, elle mérite d'être remarquée, parce qu'il serait sans doute au moins très-rare d'en trouver de semblables sur les flancs des volcans en éruption. Dans tout le reste du cirque, qui entoure le Puy-de-Sancy, l'inclinaison est moindre, mais elle est cependant presque toujours de plus de 10°. Cette inclinaison, ainsi que nous l'avons déjà indiqué, diminue dans toutes les directions à mesure qu'on s'éloigne, de sorte que la section méridienne de l'assise supérieure est toujours une courbe concave, dont la forme approche de celle d'une chaînette; mais la courbure de ces sections méridiennes et l'inclinaison de leur premier élément, varient beaucoup de l'une à l'autre. Vers le N.-O. et vers l'O. la courbure est peu considérable, et la section méridienne approche d'être rectiligne. Ce défaut de similitude des différentes sections méridiennes, jette nécessairement de l'incertitude dans le choix des élémens du cône que nous substituons par la pensée à la forme réelle, et plus compliquée de la masse soulevée, afin de calculer les effets du soulèvement, et elle ajoute encore aux autres causes déjà indiquées, qui font que le résultat de nos calculs ne peut être considéré que comme une simple approximation. Nous allons cependant tenter ces calculs qui ont toujours l'avantage de fixer et d'éclaircir les idées.

Le rayon de l'espace dans lequel les nappes trachytiques se relèvent vers le Puy-de-Sancy ne parait pas être constant, mais on peut le considérer comme étant moyennement égal à la distance du Puy-de-Sancy au point où les torrens se réunissent au-dessous du village du Chambon pour se jeter dans le lac du même nom. Cette dis-

tance est d'environ 8400 mèt., nous poserons donc pour le Mont-Dore R=8400 mèt.; nous prendrons pour l'angle θ, qui représente la moyenne inclinaison des nappes trachytiques, l'angle sous lequel on apercevrait le plateau de Cacadogne du point de réunion des torrens au-dessous du Chambon. La distance du plateau de Cacadogne à ce point étant de 6500 mèt., et la hauteur verticale du plateau de Cacadogne au-dessus du lac Chambon de 925 mèt., nous aurons

$$\text{Tang. } \theta = \tfrac{925}{6500} = 0,142 \text{ et } \theta = 8^{\circ}.\ 6'.$$

D'autres mesures, et quelques profils dessinés sur les lieux, nous ont donné à peu près le même résultat.

Les escarpemens qui font face au Pic-de-Sancy ne forment pas un cercle parfait; et le point le plus central, par rapport à eux, ne serait pas la cime même de ce pic, mais un point de sa déclivité septentrionale situé au sud du ravin de la craie, et placé en même temps presque au milieu du groupe central des filons trachytiques : la distance moyenne de ce point aux escarpemens serait d'environ 1,700 mètres. En substituant cette valeur à r dans la formule (3), elle nous donnera la valeur approximative de la somme des largeurs originaires des fissures par écartement que le soulèvement aura dû occasioner dans l'ensemble des escarpemens circulaires. On obtient ainsi

$$\Sigma f = \pi\,(6700)\,(0,142)^2 = 436^{m}$$

le développement d'une circonférence de 1,700^{m}. de rayon étant de 10,681^{m}., la somme des fractures et des fendillemens que nous venons de trouver en forme à peu près $\frac{1}{24}$. Cette proportion est

déjà assez forte; mais si l'on observe qu'une partie considérable de la somme des fractures a dû être absorbée par les vallées principales, on voit que les fendillemens reportés sur le reste de la masse soulevée n'ont pas pu être assez considérables pour être un obstacle sensible à l'apparence de continuité que ses assises offrent aujourd'hui à nos regards dans une partie de leur étendue. Cette somme de fractures de 436 mèt. est certainement assez grande pour avoir dû, dès l'origine, donner fortement prise aux agens atmosphériques sur la masse soulevée. Si elle s'était répartie en entier en trois crevasses, chacune d'elles aurait eu à sa partie supérieure près de 150 mètres de largeur, et il n'en faut pas tant pour produire une forte ébauche de vallée; nous avons déjà indiqué, en parlant du Cantal, comment l'action des eaux a pu faire le reste.

Il nous paraît digne de remarque que malgré l'irrégularité plus grande du Mont-Dore, qui aurait dû, toutes choses égales, le rendre plus destructible que le Cantal, les causes, quelles qu'elles soient, qui ont occasioné la disparition des pointes des secteurs soulevés, et donné naissance au cirque central, y ont agi avec beaucoup moins d'effet qu'au Cantal, puisque nous venons de trouver qu'au Mont-Dore les pointes des secteurs soulevés n'ont été démolies que jusqu'au point où la somme des fractures dues au soulèvement était moyennement égale à $\frac{1}{14}$ de la circonférence sur laquelle elles étaient réparties; tandis qu'au Cantal elles ont été démolies, ainsi que nous l'avons vu plus haut, jusqu'au point où la somme des fissures dues au soulèvement était $\frac{1}{106}$ seulement de la circonférence sur laquelle elles se trouvaient. De là

il est résulté, au centre du groupe du Cantal, un cirque proportionnellement beaucoup plus grand que celui qu'on observe au Mont-Dore. Si la démolition s'était faite dans les deux groupes suivant la même proportion, si par exemple elle s'était étendue dans l'un et l'autre groupe, jusqu'au point où la somme des fissures originaires était $\frac{1}{50}$ de la somme des parties solides qui les séparaient, le rayon de l'espèce d'entonnoir qui se serait produit aurait été, d'après la formule donnée dans l'introduction, page 554, savoir :

Pour le Cantal, de . . . 2164^m^
Pour le Mont-Dore, de 2860^m^

C'est-à-dire un peu plus étroit pour le Cantal que pour le Mont-Dore, tandis qu'il est plus que double.

D'après les résultats numériques consignés dans l'Introduction, une différence du même genre existe entre les cirques de Ténériffe et de Palma. Ici cette différence s'explique naturellement, dans les idées de M. de Buch, en remarquant que l'élévation du cône trachytique du pic au milieu de l'espace soulevé à Ténériffe a dû être une cause de démolition qui n'a pas eu d'équivalent exact à Palma. La différence que nous venons de signaler entre le Cantal et le Mont-Dore peut se rattacher à une circonstance analogue. Au centre du Cantal on observe une large masse de phonolite qui paraît avoir été l'agent du soulèvement. Au centre du groupe principal du Mont-Dore, on n'observe que des filons de trachyte qui traversent irrégulièrement une grande masse de conglomérats trachytiques. Si ces roches, au lieu d'être l'agent direct du soulèvement, ont seulement été pressées par des

phonolites qui ne sont pas parvenus au jour, il est naturel que la démolition de la partie centrale ait été proportionnellement moins grande au Mont-Dore qu'elle ne l'a été au Cantal.

L'espèce de perturbation produite par une telle différence dans la manière d'agir des masses soulevantes, a nécessairement dû être plus sensible au centre des espaces soulevés que sur leur pourtour. Dans leurs parties extérieures, les deux groupes doivent approcher beaucoup plus de présenter les rapports déterminés par l'inclinaison actuelle des surfaces soulevées.

Les cônes du Cantal et du Mont-Dore étant à peu près à la même hauteur au-dessus de la mer, s'élevant de quantités presque égales au-dessus du terrain environnant, se trouvant soumis à l'influence du même climat, et l'ayant éprouvée, selon toute apparence, pendant le même laps de temps, il est naturel de penser que, sauf la diversité de résistance des matériaux qui les composent, leur état de déchirement actuel doit dériver à peu près de la même manière de l'état de déchirement primitif produit en premier lieu par le soulèvement auquel nous attribuons les principaux traits de leur forme, et qu'ainsi les déchiremens observables aujourd'hui dans l'un et dans l'autre doivent, à partir d'une certaine distance au centre, présenter des différences analogues à celles que le calcul indique dans les déchiremens résultant directement du soulèvement. Pour nous en assurer, il faut d'abord, ainsi que nous l'avons fait dans l'Introduction en comparant Ténériffe à Palma, calculer, pour le Cantal et pour le Mont-Dore, la valeur de H, ou de la partie de la verticale du centre de soulèvement comprise

entre la surface primitive et le point où cette même verticale serait rencontrée par la surface supérieure des assises soulevées, supposée prolongée régulièrement; or, on trouve pour le Cantal :

$$H = R \text{ tang } \theta = 22{,}000^{m} \times 0{,}065 = 1420^{m}$$

et pour le Mont-Dore :

$$H = R \text{ tang } \theta = 840.0^{m} \times 0{,}142 = 1195^{m}$$

D'après cela, la formule (1) donne pour la valeur approchée de la somme des fissures produites par le soulèvement dans la surface supérieure du Cantal,

$$S = \tfrac{1}{2} \pi H^2 = 3{,}171{,}000^{\text{m.c.}};$$

et dans celle du Mont-Dore,

$$S = \tfrac{1}{2} \pi H^2 = 2{,}224{,}500^{\text{m. c.}}$$

La somme relative au Cantal est environ une fois et demie aussi grande que celle relative au Mont-Dore; mais, la surface du cône du Cantal étant en même temps plus de six fois plus grande que celle du cône du Mont-Dore, on voit que, toutes choses égales, ce dernier devait, après le soulèvement, se trouver, proportion gardée, quatre fois aussi crevassé que le premier. Les flancs du Cantal présentent en effet, près de sa circonférence extérieure, beaucoup plus de plateaux unis et continus que ceux du Mont-Dore, et si la différence entre les deux groupes de montagnes n'est pas aussi tranchée que l'indique le résulat du calcul, on peut l'attribuer, sans invraisemblance, à la plus grande prédominance, dans le groupe du Cantal, des conglomérats qui sont beaucoup plus susceptibles que les masses solides de trachyte d'être minés et entraînés par l'action des eaux torrentielles.

Conformément à ce que nous a indiqué la discussion générale à laquelle nous nous sommes livrés dans l'Introduction, ceux des secteurs du Mont-Dore, où les assises trachytiques sont le plus fortement inclinées, sont en même temps, toutes choses égales, les plus dégradés. C'est vers le N. et le N.-O., où l'inclinaison est la moindre, qne se présentent les escarpemens les plus continus et les mieux conservés.

L'application de la formule (4) nous donne, pour le rapport de la somme originaire des fractures, mesurées sur une circonférence située à égale distance de la base et du sommet du cône de soulèvement du Mont-Dore, au développement total de cette circonférence

$$\frac{1}{2}(0,142)^2 = 0,01012.$$

Ce résultat, que nous avons déjà présenté à la fin de l'introduction, place le cône du Mont-Dore entre celui de Ténériffe et celui de Palma, sous le rapport de la manière dont, par suite du soulèvement, il se sera trouvé ouvert à l'action des agens atmosphériques. Il devait donc être plus dégradé que celui de Ténériffe, et, eu égard à l'influence du climat que nous avons indiquée en parlant du Cantal, et à la grande inclinaison des assises relevées, dans quelques parties du contour, on conçoit que dans certains points il peut être plus dégradé même que le cône de Palma. L'observation confirme cet aperçu. Dans les parties situées vers le sud, et qui sont les plus inclinées, le cône du Mont-Dore est beaucoup plus dégradé que celui de Palma; dans les parties situées au N. et au N.-O, sa surface est moins déchirée que celle du cône de Palma ne l'est par les *Barancos*, et il

présente même des plateaux inclinés assez continus, quoique moins étendus que ceux du Cantal.

On voit donc que, malgré son peu de régularité et ayant égard aux circonstances accessoires, le cône de soulèvement du Mont-Dore présente encore, soit avec d'autres cônes dont l'origine paraît être analogue, soit dans la comparaison de ses diverses parties entre elles, le genre de rapports qui, dans l'hypothèse du soulèvement, se trouve indiqué par la comparaison des élémens numériques.

En résumé, il nous paraît impossible de rendre raison de la forme du groupe des Monts-Dore et de la disposition des masses qui le constituent, en le considérant comme le résultat de la destruction d'un ou plusieurs cônes d'éruption analogues au Vésuve ou à l'Etna; tandis que nous croyons qu'on peut y reconnaître l'effet de plusieurs soulèvemens, qui ont élevé et déchiré un plateau trachytique. Le Puy-de-Sancy et les roches Thuilière et Sanadoire sont placés aux deux centres de soulèvement les plus remarquables; et autour de ces deux centres on peut reconnaitre quelque chose d'analogue à des cratères de soulèvement.

Nous avons dessiné les deux cartes (pl. X et XI) en coordonnant, d'après nos propres observations, tous les matériaux publiés jusqu'à ce jour. M. Amédée Burat, qui a visité depuis nous le Cantal et les Monts-Dore, a bien voulu revoir avec nous cette partie de notre travail et nous fournir un grand nombre d'observations nouvelles.

NOTE

Sur un nouveau procédé pour extraire le plomb par des ABSTRICHS, *employé dans les usines royales de Freyberg* (1).

Par M. C. KERSTEN, officier des Mines et usines royales de Saxe.

On a reconnu depuis long-temps, dans les usines royales de Saxe, que l'addition des abstrichs et du plomb qui en provient dans les mélanges de minerais fondus dans les fourneaux,

(1) Les diverses mesures dont il est question dans le cours de cette notice ont, avec les unités françaises, les rapports suivans :

Le *centner* (quintal) = 100 *livres* de Leipsig. . =	49k,75886
La livre. 2 *marks*, =.	0,49759
Le *mark*, = 16 *loths*, = ...	0,24879
Le *loth* = 4 *quentchen* = 16 *pfennige*.	0,0155496

Le quintal se divise en liv. comme on vient de l'indiquer pour l'estimation de la quantité de métal contenue dans les schlichs et dans les produits métallurgiques. Elle se divise au contraire en 110 liv. pour l'estimation du poids de ces mêmes substances, en sorte qu'une de ces dernières livres a pour valeur 0k,4523533 : c'est, d'après Martin, le poids de la livre *poids de mine*.

1 *Ellen* (aune) = 2 pieds de Leipzig = 0m5555985.

En admettant ce rapport donné dans les tables de Martin, on trouve les valeurs suivantes aux diverses mesures de capacité citées dans cette notice :

	m.c.
1 *Wagen* = 12 *korb* = 169 p. c. 2.	3,627312
1 *Korb* — 14 p. c. 10 de Leipzig.	0,302276
1 pied cube de Leipzig.	0,024386
1 *Schragen* = 3 *klafter* = 324 p.c. de Leipzig .	6,945912
Klafter = 108 pieds cubes = ...	2,315304

rend les produits de ces fontes fort impurs; on sait aussi que la vente des litharges formées avec des plombs aigres est peu avantageuse. Il était donc tout naturel de chercher à obtenir du métal suffisamment pur par un traitement convenable des abstrichs; il fallait, par un procédé économique, opérer sur les abstrichs mêmes, puisque les tentatives faites jusqu'ici pour affiner le plomb qu'on en retire à l'ordinaire, n'ont point eu de succès.

Les premiers essais relatifs aux traitemens des abstrichs ont été faits en petit dans des creusets brasqués.

1er. On a réduit l'abstrich simplement avec du charbon; on en a obtenu 88 p. 100 de plomb malléable et d'un grain fin.

2°. Les abstrichs réduits en présence de 1 jusqu'à 4 p. 100 de scories de forge, ont rendu 87,5 p. 100 de plomb aigre; les scories de ces essais étaient d'une couleur jaunâtre; en mettant plus de scories de forge, depuis 4,5 jusqu'à 15 p. 100 d'abstrichs, on a obtenu 87,5 de plomb peu malléable, et des scories noires.

3°. Avec addition de 5 p. 100 de limaille de fer, on a obtenu 81 p. 100 de plomb à grain fin; avec 10 p. 100 de limaille, on a eu la même quantité de plomb, mais pur et malléable.

4°. Avec 5 à 10 p. 100 de pyrites de fer fortement grillées, on a eu 87,5 p. 100 de plomb aigre et cassant.

Il résulte de ces essais, 1°. que l'addition des scories de forge n'est avantageuse que dans le cas où elles renferment beaucoup de protoxide de fer; 2° que la limaille de fer employée dans la proportion de 10 p. 100 fait obtenir 87 p. 100 de plomb mal-

léable; 3° enfin, que les pyrites grillées ne donnent pas de bons résultats.

D'autres essais ont été faits en ajoutant aux abstrichs diverses proportions de chaux ; mais on n'en a rien obtenu de satisfaisant; et, comme l'addition du fer métallique serait trop dispendieuse en grand, on a dû renoncer à son emploi.

Dans le courant de l'année 1829, on a entrepris beaucoup d'essais en grand pour purifier le plomb aigre produit par la fonte des abstrichs : on espérait qu'en le tenant en fusion pendant long-temps, les matières étrangères, dont la pesanteur spécifique est différente de celle du plomb, s'en sépareraient facilement. Ces essais donnèrent du plomb très-pur et malléable; mais ce procédé, fort simple en apparence, présentait beaucoup de difficultés dans la pratique : de plus, les frais de cette purification furent plus considérables qu'on ne l'avait cru, et l'on dut l'abandonner. Alors on cessa de tirer parti des abstrichs, et il s'en accumula des masses très-considérables dont le traitement devint, par suite, un objet fort important; on reprit donc les essais; et comme ceux qui ont conduit à un procédé très-satisfaisant, ne peuvent être sans intérêt pour la science métallurgique, je vais en donner les principaux détails.

Il y avait lieu de croire que si le plomb d'abstrich était maintenu liquide, pendant un certain temps, dans un fourneau de coupelle, exposé au vent d'une machine soufflante, l'antimoine et l'arsenic, qui le rendent impur, s'oxideraient et se volatiliseraient, au moins en grande partie, peut-être en totalité.

Les premiers essais ont été faits vers la fin de 1831, on s'est servi d'un petit fourneau de coupelle qui fait partie de l'usine de Mulde, près de Freyberg. La sole fut formée avec une brasque composée d'une partie de castine et de deux parties de poussier de charbon; après avoir séché cette sole, convenablement battue, on y étendit un quintal d'abstrichs concassés en morceaux d'environ deux pouces cubes; ensuite on recouvrit le fourneau de son chapeau, qui fut luté, comme à l'ordinaire.

On chauffa d'abord avec du bois de sapin; après six heures de feu, l'abstrich entra en fusion, avec bouillonnement, et bientôt la coupellation commença; une petite rigole servit à faire écouler les matières impures, et l'on trouva au fond de la coupelle une petite quantité de plomb métallique tenant une demi-once d'argent au quintal; l'essai ne fut pas poussé jusqu'au bout, parce que la sole de la coupelle fut percée près de la chauffe. Les abstrichs restans étaient boursoufflés comme de la pierre-ponce.

Une autre opération ne réussit pas mieux, mais on reconnut qu'il fallait faire usage d'une sole plus compacte, formé d'un mélange de deux parties de castine et d'une partie de charbon, et que cette nouvelle brasque ne pouvant avoir autant de puissance de réduction que la précédente, il faudrait jeter de la poussière de charbon sur les abtrichs fondus.

En opérant sur ces indications, on a observé qu'au moment de la projection du charbon, et jusqu'à ce qu'il fût complétement brûlé, il s'élevait des vapeurs blanches dues à la formation de l'oxide d'antimoine; nous avons reconnu par des

analyses que l'antimoine existe dans les abstrichs, partie à l'état d'oxide, et partie à l'état d'acide antimonieux; le premier se fond à la chaleur rouge en un liquide jaune, et reste gris après son refroidissement; l'autre n'est ni fusible ni volatil. Le charbon réduit ces deux oxides, et le métal produit s'enflamme ensuite et produit les vapeurs ou fumées blanches dont nous venons de parler.

Avant d'ajouter le charbon, ainsi qu'on dut le faire à plusieurs reprises, lorsque celui qu'on avait mis précédemment était complétement brûlé, on retirait du fourneau les parties d'abstrichs qui s'étaient reformées, et qui se trouvaient alors en masses visqueuses semblables à de la poix-résine, et d'un rouge de brique.

Vers la fin de l'opération, la coupelle parut se percer, et l'on retira hors du fourneau toute la matière non métallique qui y restait encore; le plomb qui s'y trouvait en même temps était très-malléable et tenait 2 3/4 loths d'argent au quintal.

Ces derniers essais ayant donné les meilleures espérances, on a fait une opération plus en grand, sur six quintaux d'abstrichs, dans un fourneau de coupelle ordinaire, et avec une sole formée de parties égales de castine et de charbon pilé; cet affinage a réussi et a été suivi de plusieurs autres.

De six affinages d'abstrichs, dans chacun desquels on a traité 60 quintaux de cette substance, on a obtenu 98 quintaux de plomb assez bon.

Avant de décrire le procédé auquel on s'est arrêté, nous devons dire que des expériences faites en petit ont montré que la composition de la brasque la plus avantageuse était celle de 1 ½ partie de castine avec 1 de charbon; la coupelle ainsi formée est moins promptement détruite que celle formée

avec les mêmes matières, mêlées à parties égales. Cette coupelle étant battue comme à l'ordinaire, on la chauffe pendant 18 heures avec de la tourbe; il en faut quatre corbeilles ou 59 pieds cubes de Leipzig; la sole étant alors desséchée et échauffée, on étend dessus 60 quintaux d'abstrichs, de manière qu'il reste devant les tuyères assez d'espace pour y mettre du bois fendu; cette disposition a été reconnue nécessaire, parce que, dans les essais précédens, où elle n'avait pas lieu, il était fort difficile de fondre toute la masse d'abstrichs par le feu seul de la chauffe; mais cela devient aisé lorsqu'on peut diriger un jet de flamme sur la matière réfractaire; on entretient ce feu ou foyer intérieur, en jetant du bois de temps en temps, sur la sole où se trouve l'abstrich, et cela, jusqu'à fusion complète de la charge.

Pour empêcher que l'abstrich ne s'attache à la sole, ce qui obligerait à l'enlever avec des ringards, et par suite entraînerait toujours des dégradations plus ou moins considérables, on ne place pas la charge immédiatement sur cette sole, mais sur un lit de bois qui repose sur elle; cependant le bois ayant présenté quelques inconvéniens à cause des parties volatiles qui s'en dégagent, on préfère maintenant former le lit avec du charbon en poussière, étendu sur une épaisseur d'un pouce; ce combustible sert d'ailleurs plus tard comme agent de réduction; car une fois l'abstrich fondu, il vient nager à la surface du bain.

La fusion est complète après six ou sept heures de feu; alors on aperçoit, à la superficie, une couche épaisse d'environ un pouce, d'une substance visqueuse et de couleur brune; l'affineur la fait sortir par la voie de la litharge. Cet écoulement ter-

miné, un autre ouvrier jette sur le bain du poussier de charbon, et l'étend de manière qu'il s'en trouve une épaisseur uniforme de $\frac{1}{4}$ pouce environ. Ce charbon contribue beaucoup à la décomposition de l'abstrich, et par suite à la vaporisation de l'antimoine et de l'arsenic. Le dégagement des vapeurs dure un quart d'heure ; après cela le fourneau commence à s'éclairer ; le charbon est alors brûlé en totalité. L'ouvrier fait ensuite couler, pour la deuxième fois, les abstrichs, dont la quantité est d'environ 2 quintaux, et qui ressemblent d'ailleurs à ceux que l'on a retirés au commencement.

On remet du charbon, puis on retire de nouveau des abstrichs, et l'on continue de faire succéder ces deux opérations l'une à l'autre, jusqu'à ce que le plomb se montre seul au fond de la coupelle ; ce moment arrive ordinairement douze heures après qu'on a eu allumé le feu sur la grille; on reconnaît d'ailleurs facilement l'instant où le métal se montre avec son éclat accoutumé; il suffit même, pour le prévoir, d'enlever à la superficie du bain un peu d'abstrich fondu, qui le recouvre encore. Pour éviter que ce plomb ne se refroidisse, on le recouvre d'une couche de poussière de charbon, plus épaisse que les précédentes, et le travail est terminé ; il ne reste plus qu'à faire couler le métal dans le bassin de réception, qui est préparé pour cet usage, devant le fourneau, et qui est demeuré jusqu'ici couvert par une plaque de fonte. On a eu soin de l'échauffer une heure avant a coulée.

Il reste au fond de la coupelle, après l'écoulement du plomb, des crasses que l'on ajoute aux abstrichs, dans une opération suivante, mais dans

le cas seulement où elles ne retiennent pas sensiblement de plomb; car, dans le cas contraire, elles sont traitées seules.

Quant au degré de chaleur que doit prendre le fourneau de coupelle, pendant l'opération que nous venons de décrire, nous ferons observer qu'il ne doit être élevé qu'au moment où l'on veut fondre les abstrichs ; mais, vers la fin du travail, le feu doit être modéré, et quelques bûches suffisent pour maintenir la matière en fusion. On évite de donner une grande chaleur pour ne pas fondre l'oxide d'antimoine, qui se forme par la combustion de ce métal, et qui se trouverait ensuite en contact avec le plomb, au moment d'une nouvelle addition de charbon, et rendrait infailliblement celui-là impur.

Les nouveaux abstrichs formés dans les six opérations dont nous venons de décrire la marche et de donner les résultats, ont été réduits dans un demi-haut-fourneau ; on a essayé d'y ajouter des scories provenant de la fonte crue des minerais; le travail a bien marché, mais les scories étaient fort épaisses, sans doute à cause de l'extrême impureté de ces abstrichs. La perte en plomb, dans cette révivification, n'a pas été bien grande, et les scories retenaient peu de métal.

Ce plomb fut liquaté; pour cela, les saumons furent arrangés sur un lit de bûches disposé à cet effet, dans le fourneau de coupelle, au haut de la voie de la litharge; le produit de cette liquation fut en plomb encore un peu aigre, parce qu'il retenait de l'antimoine et quelques traces d'arsenic : on peut l'employer pour fabriquer le plomb de chasse. Voici les résultats donnés par les six opérations indiquées précédemment.

Chacune d'elles a eu lieu sur 60 quintaux, ou 6,600 livres de Leipzig; et en tout (pour les six), 360 quintaux d'abstrichs ont été employés.

D'après les essais par la voie sèche, ces matières tenaient 70 livres de plomb au quintal, ou 252 quintaux; il y avait, en outre, $\frac{1}{8}$ de *loth* d'argent au quintal, ce qui fait, pour les 360 quintaux, 2 marcs 13 *loths* d'argent.

On a consommé, pour une opération, 1 *klaster* de bois tendre; 5 *korb* de charbon de bois; 4 *korb* de tourbe; 6 quintaux de castine, pour faire la coupelle. La brasque perd, par le travail, les $\frac{3}{10}$ de son volume; ce qui en reste après l'opération est employé dans la suivante; on ajoute de nouvelle brasque pour remplacer celle qui manque, et on y joint, en outre, $\frac{1}{4}$ de quintal de castine pour rendre le mélange plus gras.

La consommation totale pour les six affinages a été comme il suit:

2 *Schragen* de bois tendre;

2 *Wagen*, 6 *korb* de tourbe;

2 *Waagen* de castine, ou environ 40 quintaux;

Le travail se fait par un maître affineur et son aide.

On a obtenu 98 quintaux de plomb, contenant 2 marcs 8 loths 2 queutch d'argent; et le produit en plomb a été de 38,88 pour 100.

L'abstrich reproduit ne donnait pas de traces d'argent à l'essai, et son contenu en plomb était de 65 pour 100.

La perte en plomb, par cette nouvelle méthode de traiter les abstrichs, est de 8,56 pour 100, tandis qu'elle était de 11,22 lorsqu'on les fondait au demi haut-fourneau.

NOTE

Sur la température souterraine dans la mine de sel gemme de Dieuze.

Par M. J. LEVALLOIS, ingénieur des Mines.

L'importance de la détermination des températures souterraines pour la théorie de la terre est assez connue. Mais ces observations sont si difficiles à bien faire pour ceux-là même qui vivent dans les mines, et qui peuvent les suivre pendant un long laps de temps, qu'on ne doit pas être surpris que celles qui sont faites, en passant, par les voyageurs, soient le plus souvent entachées d'erreur. C'est pour relever une erreur de ce genre, commise au sujet de la mine de Dieuze, que je me décide à publier cette note, toute incomplète qu'elle est encore.

En effet, depuis quatre ans que je m'occupe de ces recherches, je n'ai encore pu trouver qu'un seul point dans la mine qui fût hors de l'influence de l'airage très-vif qui y règne, excité qu'il est par la cheminée de la machine à vapeur, haute de 40 mètres; par conséquent, qu'un seul point où la température reste constante et puisse être présentée comme un résultat normal. Ce point est situé à 107 mètres au-dessous du sol (1), dans la neuvième couche de sel, et le thermomètre, observé tous les jours, à 9 heures du matin, du 1er.

(1) L'embouchure de la mine de Dieuze est à 212 mètres au-dessus du niveau de la mer.

octobre 1830 au 1er février 1831, par les maîtres mineurs, et contrôlé de temps à autre par moi, à des heures diverses, a constamment marqué 13°1. Le thermomètre est centigrade, à mercure, divisé seulement par degrés, mais que l'œil peut assez facilement partager en quarts. Il était suspendu dans une niche, fermée par un petit châssis vitré, pratiquée dans la paroi d'une galerie *cul-de-sac*, que l'on avait choisie aussi écartée que possible.

Pendant ce temps-là, trois autres thermomètres étaient placés à différens étages; mais quoiqu'on les eût établis avec des précautions analogues à celles qui viennent d'être rapportées, il n'ont pas pu échapper à l'influence de l'air extérieur. Le premier a varié entre 11°.9 et 9°.7; le deuxième, entre 12°.3 et 8°.3; le troisième, entre 13°.4 et 9°.4; et ce qui m'autorise à attribuer cette variation à l'action de l'air extérieur, poussé dans la mine par l'aspiration de la cheminée, c'est que les températures minimes correspondent, dans les trois cas, à la température la plus basse qui ait eut lieu au jour, durant ces expériences. C'est le 1er février 1831 où le thermomètre est descendu jusqu'à 16°. En tout cas, comme ces observations ont été faites aussi bien pendant le travail que pendant le chômage, elles ont pu constater que la présence des ouvriers, la combustion des lumières et de la poudre étaient sans effet thermométrique appréciable.

Il faut ajouter à l'indication de température et de profondeur correspondante donnée ci-dessus: que la température moyenne de Dieuze est de 10°1. J'ai obtenu cette moyenne par les observations de 9 heures du matin, que j'ai faites moi-

même sur un thermomètre convenablement placé, tous les jours, pendant les seize mois compris entre le 1er février 1831 et le 1er juin 1832. En groupant ces observations par période d'une année, savoir : du 1er février 1831 au 1er février 1832, du 1er mars 1831 au 1er mars 1832 et ainsi de suite, je suis arrivé aux cinq moyennes annuelles 10°.4—10°.1--10°.2--10°.--9°.9, entre lesquelles la moyenne définitive que j'ai adoptée est 10°1. Je n'ai pas besoin de dire que les différens thermomètres que j'ai employés ont été soigneusement vérifiés et comparés entr'eux.

DROIT

des mines, des minières et des carrières.

Par M. MIGNERON, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général des Mines.

DE LA PROPRIÉTÉ, RELATIVEMENT AUX SUBSTANCES MINÉRALES.

Ancienne législation.

Les détails dans lesquels nous sommes entrés en traitant de la *recherche et de la découverte des mines* (1) ont prouvé que, depuis un temps très-reculé, la propriété souterraine a été régie en France par une législation spéciale.

Droit régalien.

Cette législation prenait sa source dans le droit *régalien*, c'est-à-dire dans le droit qui est inhérent à la souveraineté.

Les formes, comme on le verra bientôt, en ont souvent varié; mais on peut, quant au fond, la résumer dans la triple attribution qu'elle conférait au prince, 1°. de régler la destination de la propriété souterraine, en d'autres termes de pourvoir du privilége de l'exploiter les personnes qui pouvaient le mieux la mettre en valeur; 2°. d'en surveiller l'exploitation dans ses rapports avec l'ordre public, avec la conservation du sol et avec la sûreté des ouvriers mineurs; 3°. de percevoir un certain tribut sur les produits qu'en obtenait l'exploitant.

(1) *Annales des Mines*, IIIe. Série, t. II, page 549.

Nos rois ne se sont point eux-mêmes donné cette haute attribution. Le principe en était écrit dans les lois dont les Romains avaient doté la Gaule, et qui continuèrent à la régir quand elle passa sous la domination des Francs.

Code Justinien.

Pour s'en convaincre il suffit de lire les lois, au nombre de sept, que comprend le titre VI, livre XI, du Code Justinien, titre qui est intitulé: « Des mineurs, des mines et des intendans des mines. » (*De metallariis, et metallis, et procuratoribus metallorum.*)

La 3ᵉ. de ces lois est ainsi conçue :

« Les empereurs Gratien, Valentinien et » Théodose, à Florus, préfet du prétoire.

» Que tous ceux qui dans les terrains des par- » ticuliers poursuivent une veine de minéraux à » l'aide de percemens souterrains, payent au fisc » un dixième, et un autre dixième au proprié- » taire du champ; quant au reste, il leur appar- » tient, comme un juste prix de leurs travaux.

» Donné à Constantinople le 4 des Calendes de » septembre, sous le consulat d'Antoine et de » Syagrius, 382 (1). »

La sixième loi, publiée à Constantinople le 11 des Calendes de mars, par les empereurs Valentinien, Théodose et Arcadius, était adressée à Romulus, comte des largesses impériales.

---

(1) *Imppp. Gratianus, Valentinianus et Theodosius AAA Floro, præfecto prætorio.*

Cuncti, qui per privatorum loca saxorum venam laboriosis effossionibus persequntur : decimas fisco, decimas etiam domino repræsentent; cætero modo propriis suis desideriis vindicando.

Datum 4 Calend. septembris, Constantinopoli, Antonio et Syagrio Coss. 382.

Le savant auteur de la *Richesse minérale*, M. Héron de Villefosse, l'a traduite de la manière suivante :

« Il est parvenu à notre connaissance que quel-
» ques personnes, dans la vue d'exploiter des sub-
» stances minérales, dirigent leurs travaux sou-
» terrains d'une manière qui menace les habitations
» des autres particuliers; en conséquence, lors-
» qu'on annoncera qu'il existe de telles substances
» sous les édifices, la permission d'y faire des
» fouilles sera refusée. »

Ces deux lois, malgré leur extrême concision, renfermaient l'expression complète du droit régalien, tel que nous venons de le définir; car elles consacraient pour l'état, à l'égard des mines, le droit de concession ou de permission, le droit de police et le droit de participer aux produits de l'exploitation. Elles consacraient en outre le principe que le propriétaire de la surface doit avoir une part dans les produits tirés de son sol, principe juste qui naît de la nature des choses, et que, pendant long-temps, on a regretté de ne pas trouver écrit dans nos lois.

Il convient au reste de remarquer que le tribut assuré au trésor public était dû pour toutes les substances minérales sans distinction.

Ces substances, chez les latins, étaient désignées tantôt par le mot *metallum*, tantôt par le mot *saxum ;* ainsi les mots *saxorum venam*, employés dans la troisième loi, signifiaient une veine ou un gîte de substance minérale quelconque.

Quand il s'agissait uniquement de carrières, le droit de *concession* ou de *permission* n'existait plus pour l'état, et le propriétaire était libre de permettre ou de défendre l'exploitation, à moins

que son droit de propriété ne fût restreint par une servitude qui l'obligeât à livrer au public les matériaux que son champ pouvait recéler. C'est ce que prouve clairement le passage suivant du Digeste :

« S'il est reconnu qu'il existe des carrières dans » ton champ, nul ne peut en tirer de la pierre » malgré toi, soit en son nom, soit au nom du » public, à moins que la coutume du lieu ne per- » mette à qui le veut d'exploiter dans ces carrières, » en payant préalablement au propriétaire le » droit de sol accoutumé; mais, après avoir sa- » tisfait à ce droit, il doit exploiter de telle sorte » qu'il n'ôte au propriétaire ni l'usage des pierres » qui marquent les limites de son champ, ni les » jouissances légales de sa chose (1). »

Applications du droit régalien sous les rois de la 1re. race et sous ceux de la 2e. race.

Sous les rois issus de Mérovée, le trésor royal percevait en nature le tribut que les mines étaient tenues de lui payer; un passage de la *Vie de Dagobert Ier*. nous en fournit la preuve.

En 635, ce prince faisant élever près Paris une église qu'il voulait dédier à saint Denis, apôtre des Gaules, donna pour la couverture de cet édifice huit mille livres de plomb, à prendre tous les deux ans sur le produit du droit auquel ce métal était soumis : *Plumbum quod ei, ex me-*

---

(1) *Si constat in tuo agro lapidicinas esse, invito te, nec privato nec publico nomine, quisquam lapidem cædere potest, cui id faciendi jus non est, nisi talis consuetudo in illis lapidicinis consistat, ut si quis voluerit ex his cædere, non aliter hoc faciat, nisi priùs solitum solarium pro hoc domino præstat : ita tamen lapides cædere debet, postquàm satisfaciat domino, ut neque usus necessarii lapidio intercludatur, neque commoditas rei jure domino adimatur.*

Digest. lib, VI, Titul. IV. *De lapide cædendo.*

tallo censitum, in secundo semper anno solvebatur, libras octo mille ad cooperiendam ecclesiam (1).

Des lettres-patentes de Charlemagne, adressées en 786 à ses fils, Louis et Charles-Louis, du cap de Naon en Provence, nous présentent un exemple de l'usage du droit régalien sous la seconde race. Par cet acte, l'empereur donnait à ses fils, pour apanage, deux villes de la Thuringe, ainsi que le droit de chercher et d'exploiter l'or, l'argent et toutes autres substances minérales dans les territoires dépendans de ces villes. (*Plus tractum regionis in saltu nostro Thuringiaco ad XX milliaria in longitudine et X in latitudine jure hæreditario possidendum, et facultatem damus in territorio districti illius dominationis quærere et fodere aurum argentumque, atque omnia metalla*) (2).

Si maintenant nous passons en revue les actes émanés des rois de la troisième race, sur le fait des mines nous trouverons qu'ils ont tous été des applications du droit régalien, qui lui-même, ainsi que nous venons de le prouver, avait sa sanction dans les lois romaines. **Législation sous les rois de la 3e. race.**

Le premier de ces actes, dans l'ordre des temps (3), l'édit de Charles VI, en date du 30 mai 1413, établit, comme un fait reconnu et à l'abri de toute **Dixième royal.**

(1) Dagoberti vita. Recueil de Duchesne, tome Ier., Chap. XLI, page 585.

(2) Cons. Imp. Goldasti.

(3) Quelques personnes ont cité une ordonnance rendue sur le fait des mines par Philippe le Long, le 9 avril 1321. J'ai cherché vainement cet acte, il ne se trouve point dans le recueil, si complet cependant, des ordonnances des rois de la troisième race, commencé par Laurière et continué par M. de Pastoret.

contestation, qu'au roi et qu'au roi seul appartient *la dixième partie purifiée de tous métaux qui en icelles mines sont ouvrés et mis au clair*; que le roi ne doit y *frayer ou dépendre*, si ce n'est pour donner, à ceux qui font exploiter les mines, *priviléges, franchises et liberté*, comme ses prédécesseurs avaient toujours fait.

L'édit donné en 1471, au mois de septembre, par Louis XI, appelait (art. 5) tous les propriétaires du sol à exploiter les substances minérales existant dans leurs fonds, lorsque toutefois ils auraient justifié qu'ils possédaient, par eux-mêmes ou par leurs associés, les moyens de les mettre en valeur. A défaut par ces propriétaires, ou de vouloir exploiter, ou de remplir les conditions exigées, *le général maistre des mines ou ses officiers pouvaient faire manœuvrer et besogner esdites mines, saulve l'indemnité de celui ou de ceux auxquels appartenait ledit territoire.*

Le sens peu précis de cette disposition et un passage de l'art. 4, dans lequel il est dit que les propriétaires qui n'auraient pas révélé, au bout d'un temps donné, les mines existant dans leurs fonds perdraient, pendant dix ans, leurs droits au profit qu'ils pouvaient prétendre de ces mines, sembleraient annoncer qu'une part dans les produits de l'exploitation était attachée à la propriété du sol. Les concessions qui furent faites sous les règnes suivans prouvent qu'il n'en était pas ainsi. L'indemnité dont il est question dans l'art. 5 ne peut donc s'entendre que de celle qui était due pour occupation de terrain. Quant au profit dont l'art. 4 fait mention, ce ne pouvait être autre chose que l'avantage résultant de l'exploitation elle-même, avantage que le propriétaire ne per-

dait que temporairement, puisque, au bout de dix ans, il pouvait rentrer en possession de la mine, s'il avait d'ailleurs les qualités requises pour être admis à l'exploiter.

Les exploitans choisis par le *général maistre*, dans tous les cas spécifiés ci-dessus, où le propriétaire n'exploitait pas lui-même, devaient être *gens récéans et solvables*, c'est-à-dire devaient présenter des garanties sous le double rapport de leur instruction dans l'art des mines, et de leurs facultés pécuniaires.

Les concessions devaient être faites sous la réserve de payer au roi son dixième pour son *droit de souveraineté*, *et aux seigneurs treffonciers leur portion*, *selon ce qui serait estre à faire*, *soit d'un dixiesme*, *soit d'un demy-dixiesme*, *ou autre somme plus grande ou plus petite*, *selon la quantité et valeur desdites mines*.

Droits des seigneurs hauts justiciers.

Les seigneurs que le roi qnalifiait de *treffonciers* étaient les seigneurs du fonds ou du territoire. Charles VI les avait privés de toute part dans le produit des mines, par son édit ci-dessus rappelé.

Plus tard, Henri II, par son ordonnance du 10 octobre 1552, et Henri IV, par son édit du 14 mai 1604, confirmèrent le privilége accordé par Louis XI à ces seigneurs, et fixèrent à un *quarantième* la quotité du produit des mines à laquelle ils avaient droit.

Généralité du droit régalien.

Jusqu'au commencement du dix-septième siècle, le dixième royal n'était pas prélevé seulement sur les mines, on l'exigeait encore des minières et des carrières.

Dans la nomenclature que contient l'ordonnance du 10 octobre 1552, des substances passi-

bles de ce droit, nous trouvons en effet dénommés tous les métaux, le sel gemme, la houille, la tourbe et un grand nombre de substances terreuses dont l'indication est terminée par ces mots : *Et généralement de toutes autres choses quelconques qui se pourront tirer des entériorités des terres, desquelles commodité et utilité peut provenir à nous ou à notre république.*

L'édit donné en juin 1601 par Henri IV, affranchit de tout droit envers le trésor *le soufre, le salpêtre, le fer, l'ocre, le pétrol, le charbon de terre, l'ardoise, le plâtre, la craie et autres sortes de pierres pour les bâtimens et meules de moulin.*

Il ne faut pas croire, cependant, que toutes ces substances furent, par-là même, placées totalement en dehors du droit régalien. Ce droit, nous l'avons déjà remarqué, avait un triple effet. Henri IV renonça formellement au tribut que lui devaient les propriétaires; mais il ne renonça ni à la faculté de concéder les gîtes de substances que leur disposition rendaient susceptibles d'être concédés, ni à celle de faire surveiller l'exploitation de ces substances.

Quoi qu'il en soit, c'est à partir de cette époque que la législation cessa d'être uniforme à l'égard de toutes les substances minérales.

Tourbe et carrières.

La tourbe et les diverses masses terreuses que nous désignons maintenant sous le nom de *carrières*, cessèrent d'être passibles de l'impôt; la propriété en fut réunie à celle du sol, et l'exploitation n'en fut plus régie que par des réglemens généraux ou locaux, au nombre desquels nous citerons particulièrement :

Pour les tourbières et les carrières, l'ordonnance sur les eaux et forêts, en date du mois d'août 1669;

Pour les tourbières, les arrêts du conseil, des 18 mai et 21 août 1717, 28 juillet 1719, et 3 avril 1753;

Pour les carrières, l'arrêt du 14 mars 1741, les ordonnances réglémentaires du bureau des finances des 29 mars 1754, 17 mars 1761; enfin les arrêts du conseil des 15 septembre 1776, 4 avril, 4 juillet et 26 septembre 1777, 5 et 19 septembre 1778.

La houille demeura aussi exempte d'impôt.

Le 13 mai 1698, cette substance fut en outre exceptée du régime des concessions ou des permissions, et les propriétaires du sol furent admis à l'exploiter sans être tenus d'aucune formalité préalable vis-à-vis de l'autorité. Mines de houille.

Le droit de police était donc le seul qui restât au gouvernement à l'égard de la houille; mais bientôt l'exercice de ce droit fit reconnaître que le système dans lequel on était entré était désastreux par ses conséquences, et que l'intérêt public, cet intérêt devant lequel tous les autres doivent fléchir, ne permettait point que l'on y persistât.

Un arrêt du conseil, en date du 14 janvier 1744, replaça les mines de houille sous la main du gouvernement, en défendant à tous seigneurs hauts-justiciers, ainsi qu'à tout propriétaire dont le fond pourrait recéler de telles mines, de les exploiter sans une permission préalable du contrôleur général des finances.

Les mines de fer continuèrent à rester des dépendances du sol, mais la propriété en fut soumise à plusieurs restrictions importantes. Mines de fer.

Un édit, publié en février 1626, soumit à un droit de marque le fer et l'acier provenant tant de l'étranger que des exploitations françaises. Droit de marque.

Par un autre édit, publié au mois de juin 1680, il fut dit que le droit de marque serait perçu indifféremment sur la fonte ou sur le fer, qu'il s'étendrait à la quincaillerie; enfin, que les minerais transportés soit à l'étranger, soit dans des provinces non sujettes au droit, seraient eux-mêmes assujettis au payement d'un autre droit qui en tiendrait lieu.

La quotité de ces droits fut fixée à raison de

13 sous 6 deniers par quintal de fer;

18 sous par quintal de quincaillerie, grosse et menue;

20 sous par quintal d'acier;

3 sous 4 deniers par quintal de minerai lavé et préparé. (Voir, pour ce dernier droit, l'arrêt du conseil, du 6 septembre 1727.)

Droits des maîtres de forges.

L'édit de 1680 assujettit les propriétaires ayant des minérais de fer dans leurs fonds à l'obligation d'établir des fourneaux pour traiter eux-mêmes ces minérais, aussitôt qu'ils en seraient requis par les maîtres de forges voisins. A défaut par eux d'établir de tels fourneaux, les maîtres de forges étaient admis, chacun dans l'ordre où il se trouvait placé par rapport au voisinage, à exploiter les minérais pour sa consommation.

Prix des minérais

Le prix qu'ils étaient tenus de les payer aux propriétaires fut fixé d'abord à un sou par tonneau de 500 livres, et porté ensuite à 2 sous 6 den. pour la même quantité. (Voir l'édit du 7 avril 1786).

C'est ainsi que le fisc ressaisit indirectement l'avantage dont l'édit de 1601 avait fait l'abandon; c'est ainsi encore que l'action de l'intérêt privé fut substituée à l'action du prince, pour obliger les propriétaires à mettre ou à laisser mettre en valeur des mines dont l'exploitation importe à la société tout entière.

Les droits qui furent alors donnés à des tiers ont été maintenus, étendus même par les lois ultérieures; ils ont fait de la législation des mines de fer une sorte de spécialité dans une législation qui est elle-même toute spéciale.

Substances qui restèrent soumises à tous les effets du droit régalien.

Le droit régalien fut maintenu dans sa plénitude à l'égard des gîtes de toutes les substances qui ne se trouvaient pas comprises dans l'exception spécifiée par l'art. 2 de l'édit de 1601; il continua donc de porter sur toutes les mines métalliques, celles de fer exceptées, et sur les mines de sel gemme, bien qu'il ne paraisse pas que l'occasion de l'appliquer à ce dernier minéral se soit jamais présentée.

Étendue des concessions.

Aucune règle ne fixait de limites à l'étendue des concessions que le prince avait le droit d'accorder.

Celles qui émanèrent de Henri II, de François II, de Charles IX et de Henri III, dans les années 1548 à 1574, portaient sur la totalité du royaume.

D'autres n'avaient pour limites que les limites mêmes d'une province; telles furent celles que le duc de Bourbon accorda, en sa qualité de grand-maître des mines, à un sieur Danycan, le 11 février 1730, pour les mines d'argent, de cuivre et de plomb de la Bretagne et du Bourbonnais.

D'autres étaient limitées au territoire de quelques seigneuries, de quelques communes ou de quelques paroisses : telles furent celle du Creusot et celle de Ronchamp et Champagney.

D'autres enfin, sans porter une désignation précise de territoire, s'étendaient sous un cercle dont le centre et le rayon étaient seuls définis. Telle fut, par exemple, la concession qu'obtint

le chef de la famille de Blumenstein, par arrêts du conseil des 9 janvier 1717 et 1er. octobre 1726. Cette concession formait un cercle dont le centre était Saint-Julien-Molin-Molette en *Forest*, et qui, sous un rayon de 10 lieues, portait à la fois sur les provinces du Forest, du Languedoc, du Lyonnais et du Dauphiné.

Durée des concessions

Le plus souvent, les concessions étaient limitées dans leur durée et bornées même à un court espace de temps. Cependant il existait des exemples de concessions à perpétuité. Celles de la Bretagne et du Bourbonnais, que nous venons de citer, étaient dans ce cas. Deux siècles avant, Henri II, par ses lettres-patentes du 10 octobre 1552, avait aussi fait don à Roberval, pour en jouir *lui, ses hoirs et ayant-causes à perpétuité*, de toutes les mines qu'il pourrait découvrir pendant la concession temporaire dont il était pourvu, concession immense quant à son étendue, puisqu'elle portait sur tout le royaume, mais qui ne devait durer que neuf ans.

Police des mines

La police des mines était confiée à une administration dont le chef, institué par Louis XI, porta le titre de *grand-maître et surintendant* des mines, jusqu'à l'année 1741.

La composition, la discipline et les attributions de cette administration avaient été déterminées par les édits de Henri IV, du mois de juin 1601 et du 14 mai 1604.

Elle comprenait :

Un *lieutenant général* placé, avec la qualité de conseiller, sous les ordres immédiats du grand-maître.

Un *contrôleur général*;

Un *receveur général*;

Un *greffier*;

Enfin, des *lieutenans particuliers*, en nombre illimité; véritables voyers souterrains, qui devaient résider dans les lieux les plus voisins des mines, afin d'être toujours à même de les visiter en temps utile.

Elle était particulièrement chargée de veiller à la conservation des droits royaux, de donner avis des entreprises nouvelles en fait de mines, d'envoyer des échantillons des gîtes qui seraient découverts, et de délivrer des *commissions* pour entreprendre ou pour continuer des travaux d'exploitation.

Après la mort du prince Louis-Henri, duc de Bourbon, dernier grand-maître des mines, les fonctions attachées à ce titre furent attribuées au contrôleur général des finances, et celles des officiers principaux des mines passèrent aux intendans des provinces. (Voir les arrêts du conseil, des 15 janvier 1741 et 14 janvier 1744.)

Cet état de choses dura jusqu'au 21 mars 1781, époque où Louis XVI fonda une administration nouvelle, en créant quatre inspecteurs des mines et minières.

Réglemens techniques.

Les réglemens puremens techniques étaient en petit nombre, mais tous étaient remarquables par leur sagesse.

Aux termes de l'édit de 1604 déjà cité, lorsque, par suite d'un accident quelconque, les travaux d'une mine étaient interrompus, un devis de ce que pourrait coûter sa remise en activité devait être fait immédiatement par les officiers des mines.

Si le concessionnaire ne voulait pas, ou ne pouvait pas fournir les fonds nécessaires, le grand-maître était autorisé à y pourvoir, par tel moyen

qu'il jugeait convenable, même en traitant de la mine avec un nouvel entrepreneur.

Les règles particulièrement applicables à l'exploitation de la houille étaient contenues dans trois réglemens qui parurent sous les dates des 14 janvier 1744, 19 mars 1783 et 14 mars 1784. Ces règles ont certainement été tracées par un praticien éclairé. Actuellement encore il en est plusieurs qui pourraient être appliquées avec succès à l'exploitation de quelques-uns de nos gîtes houillers.

Juridiction. Dès le temps de Charles VI les mines furent placées sous une juridiction exceptionnelle.

Par l'édit déjà cité, du 30 mai 1413, un juge ou commissaire fut établi tant dans le bailliage de Mâcon que dans la sénéchaussée de Lyon, pour connaître exclusivement de toutes les questions que ce genre de propriétés pouvait faire naître.

Le juge dont il s'agit pouvait statuer sur toutes les contestations civiles, mais il devait s'abstenir dans les cas de *meurtre*, *de rapine et de larcin*.

On ne pouvait appeler de sa sentence que devant les généraux maîtres des monnaies de la ville de Paris, et les oppositions aux jugemens de ces généraux ne pouvaient être portées qu'au parlement.

Les lettres-patentes du 10 octobre 1552 allèrent beaucoup plus loin. Elles autorisèrent le grand-maître des mines, Roberval, à créer un tribunal ayant droit de juger au criminel ainsi qu'au civil.

Ce tribunal devait être composé du grand-maître, de trois de ses associés, *les plus suffisans* et de six avocats ou conseillers. La justice en était

sans appel, excepté pour les jugemens de mort et de question.

L'édit de 1601 maintint cette institution, en la modifiant un peu. Le tribunal, alors, fut composé du grand-maître et du lieutenant général, *assisté de juges en nombre suffisant*, et l'on put appeler de ses jugemens devant le parlement dans le ressort duquel il était établi.

En 1723, le 12 juillet, toutes les causes relatives aux mines des Pyrénées furent renvoyées au jugement définitif de commissaires au nombre de sept, et dont le premier président du parlement de Pau faisait partie.

Plus tard, le jugement de toutes les contestations sur le fait des mines fut attribué aux intendans des provinces, sauf l'appel au conseil du roi. (Voir les édits des 14 janvier 1744, 19 mars 1783 et 29 septembre 1786.)

Loi du 28 juillet 1791.

A l'époque où l'Assemblée nationale s'occupait de régler par une loi nouvelle les conditions de la propriété souterraine, les droits féodaux étaient tous abolis. Il ne pouvait donc plus être question des droits seigneuriaux que Louis XI, Henri II et Henri IV avaient attribués sur les mines aux seigneurs du territoire.

Mais il restait à déterminer les droits respectifs de l'état, des propriétaires du sol, des exploitans et des tiers dont les intérêts liés à l'intérêt public ne pouvaient être sacrifiés.

La loi qui fut publiée le 28 juillet 1791 statua sur tous ces droits de la manière suivante :

Les tourbières et les carrières demeurèrent des annexes du sol, sauf la faculté que l'état se réserva d'y puiser, selon le besoin qu'il en aurait, et en en payant la valeur, les matériaux de construc-

tion et de pavage dont il pourrait avoir besoin. (Titre 1er., art. 2.) Aucun droit ne fut positivement réservé au fisc sur les produits de l'exploitation; mais il fut dit que les mines, tant métalliques que non métalliques, les bitumes, les charbons de terre ou de pierre et les pyrites, étaient à la disposition de la nation ou de l'état, en ce sens qu'ils ne pourraient être exploités que de son consentement et sous sa surveillance. (Titre 1er. art. 1er.)

Les propriétaires du sol furent admis à la préférence sur les autres prétendans à la concession des mines existant dans leurs fonds, lorsque toutefois ils pouvaient justifier qu'ils possédaient, par eux ou par leur association à d'autres propriétaires, une étendue de terrain suffisante pour former une exploitation. (Titre 1er., art. 3 et 10.)

Ils furent autorisés même à entrer en possession des mines qui étaient alors concédées, lors qu'ils pouvaient prouver que c'était à eux que la découverte en était due et lorsque, d'ailleurs, ils n'avaient pas consenti par écrit à ce que d'autres en reçussent la concession. (Tit. 1er., art. 6 et 7.)

Enfin ils conservaient la faculté d'exploiter, jusqu'à 100 pieds de profondeur, les mines dont, à leur refus, la concession était faite à des tiers. (Titre 1er., art. 1er.)

Relativement aux mines de fer, cette faculté fut subordonnée à l'obligation de fournir des minérais aux usines du voisinage, ou de permettre que les maîtres de forges les exploitassent eux-mêmes. (Titre 2, art. 1, 9 et 10.)

Dans l'un et dans l'autre cas, le prix des minérais devait être estimé par experts. Dans le second, une indemnité, réglée aussi par experts, était due en outre au propriétaire, pour les dommages

résultant de l'exploitation. (Titre 2, art. 11, 12, 13, 14, 15 et 16.)

La limite extrême de la durée des concessions fut bornée à cinquante ans et celle de leur étendue à 6 lieues carrées. Les anciennes concessions qui, pour le temps ou pour la surface excédaient ces limites, devaient y être ramenées. (Titre 1er., art. 4, 5 et 7.)

Les concessions nouvelles devaient être accordées par le roi, sur la proposition des départemens et l'avis des directoires de district. (Titre 1er, art. 8.)

On ne pouvait les obtenir qu'après l'accomplissement de certaines formalités d'affiches et de publications dont une loi postérieure détermina le mode et la durée. (Voyez titre 1er., art 11. Voyez aussi la loi du 13 pluviôse an IX.)

Les concessionnaires ne devaient d'indemnités aux propriétaires du sol que pour les non-jouissances et dégâts occasionés dans les terrains qu'ils occupaient. Ils avaient le droit d'établir à la surface des chemins des lavoirs et des fuites d'eau. (Titre 1er., art. 20, 21, 22 et 25.)

Ils ne pouvaient sans le consentement des propriétaires, ouvrir de fouilles dans les enclos murés, ni dans les cours, jardins, prés, vergers et vignes attenant aux habitations dans la distance de 200 toises. (Titre 1er., art. 23.)

Ils encouraient la déchéance lorsque, dans les six mois qui suivaient la délivrance des actes de concession dont ils étaient pourvus, ils n'avaient pas commencé l'exploitation de leurs mines, ou lorsque, sans causes légitimes, ils en suspendaient les travaux pendant un an. (Titre. 1er., art. 14 et 15.)

S'ils voulaient se démettre de leurs concessions, ils devaient donner, trois mois à l'avance, avis de leur renonciation au directoire du département. (Titre 1er., art. 16.)

Dans ce cas, comme dans celui d'expiration d'une concession, le concessionnaire devait laisser dans la mine les échelles et matériaux nécessaires, soit à la visite, soit à l'existence des travaux. La mine passant en d'autres mains, le nouveau concessionnaire devait rembourser à l'ancien la valeur de toutes ces choses à dire d'experts, et d'après l'inventaire qui en avait été dressé. (Titre 1er., art. 17 et 18.)

En ce qui concernait le réglement des intérêts privés, les mines cessèrent d'être placées sous une juridiction d'exception, et rentrèrent, dès ce moment, dans le droit commun. (Titre 1er., art. 27.)

Nouvelle législation.

Le Code civil est le point de départ de la nouvelle législation souterraine. On y lit :

Code civil.

« La propriété du sol emporte la propriété du » dessus et du dessous.

» Le propriétaire peut faire au-dessus toutes les » plantations et constructions qu'il juge à propos, » sauf les exceptions établies au titre des *servitu- » des ou services fonciers.*

» Il peut faire au-dessous toutes les constructions » et fouilles qu'il jugera à propos, et tirer de ces » fouilles tous les produits qu'elles peuvent fournir, » sauf les modifications résultant des lois et régle- » mens relatifs aux mines, et des lois et réglemens » de police (art. 552).

» Il (l'usufruitier) jouit aussi, de la même ma-

»nière que le propriétaire, des mines et carrières » qui sont en exploitation à l'ouverture de l'usu-»fruit; néanmoins, s'il s'agit d'une exploitation »qui ne puisse être faite sans une concession, l'u-»sufruitier ne pourra en jouir qu'après en avoir »obtenu la permission du roi.

»Il n'a aucun droit aux mines et carrières non »encore ouvertes, ni aux tourbières dont l'exploi-»tation n'est point encore commencée, ni au tré-»sor qui pourrait être découvert pendant la durée »de l'usufruit (art. 598). »

Loi du 21 avril 1810.

Les *exceptions* que le Code admettait dans les droits conférés au propriétaire du sol sur la propriété du *dessous*, l'objet et la forme des *concessions* que pour certaines exploitations il exigeait, sont déterminés et réglés de la manière suivante, par la loi du 21 avril 1810.

Classifications des substances minérales.

Toutes les substances minérales sont classées sous les trois qualifications de *mines*, *minières* et *carrières* (art. 1er.).

Carrières.

Le propriétaire du sol conserve la propriété pleine et entière des *carrières*, c'est-à-dire de toutes les masses terreuses; il peut les exploiter à ciel ouvert, sans permissions. S'il y pratique des galeries souterraines, son exploitation est soumise à la surveillance de l'administration (art. 4, 81 et 82.)

Minières.

Les *minières*, en d'autres termes, les minérais de fer, dits d'*alluvion*, les terres pyriteuses, les terres alumineuses et les tourbes restent aussi des dépendances immédiates de la propriété du sol, mais sous des restrictions diverses.

Minérais de fer d'alluvion, terres pyriteuses et alumineuses

Les minérais de fer d'alluvion, tant qu'ils sont susceptibles d'être extraits à ciel ouvert, les terres pyriteuses et alumineuses peuvent être exploi-

tés par le propriétaire après une simple déclaration de sa part, à charge par lui de fournir, autant que faire se peut, aux besoins des usines établies dans le voisinage avec autorisation légale. A défaut par le propriétaire de satisfaire à cette obligation, les propriétaires desdites usines obtiennent, sur leur demande, la permission d'exploiter à sa place. La valeur du minérai, les indemnités dues pour dégâts et non-jouissances de terrains, sont réglées à dire d'experts, quand elles ne l'ont pas été de gré à gré (art. 3, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 71 et 72).

Les proportions dans lesquelles chaque propriétaire d'usine a droit aux minerais provenant d'un même fonds, sont déterminées par le préfet (art. 64).

Tourbe. L'exploitation de la tourbe est soumise à une autorisation préalable; elle doit, de plus, être coordonnée avec les mesures générales qui sont prescrites pour chaque localité tourbeuse, relativement à l'écoulement des eaux et à l'attérissement des entailles (art. 83, 84, 85 et 86).

Mines. Tous les gîtes métallifères en filons, en couches ou en amas, les gîtes de soufre, de charbon de terre ou de pierre, de bois fossile, de bitume, d'alun et de sulfates de *fer à base métallique*, sont considérés comme *mines*, et ne peuvent être exploités qu'en vertu d'un acte de concession délibéré en conseil d'état (art. 2 et 5).

Mines de fer. Toutefois, une mine de fer en filons ou en couches ne peut être concédée que lorsque l'exploitation à ciel ouvert cesse d'y être possible, ou rendrait plus tard impossible l'exploitation par puits et galeries (art. 69).

Réciproquement, une minière de fer d'alluvion

devient nécessairement concessible lorsqu'elle se trouve dans le cas indiqué ci-dessus (art. 68 et 69). Minières concessibles.

Toute demande en concession est faite par voie de simple pétition adressée au préfet du département dans l'étendue duquel la mine est située (art. 22).

Le demandeur y joint un plan de la surface en triple expédition, et sur une échelle de 10 millimètres pour 100 mètres (art. 30).

Il y joint aussi les pièces qui peuvent justifier de sa solvabilité, et prouver qu'il possède les facultés et moyens nécessaires pour entreprendre et conduire les travaux (art. 14).

La concession n'est accordée qu'après une instruction qui a mis en demeure de se faire entendre toutes les personnes qui peuvent y prétendre, ou qui ont sur la mine dont elle est l'objet un droit quelconque à faire valoir (art. 22, 23, 24, 25, 26, 27 et 28).

Elle purge en faveur du concessionnaire tous les droits des propriétaires de la surface et des inventeurs ou de leurs ayant-droits (art. 17).

Toute mine concédée devient entre les mains du concessionnaire ou de ses ayant-droits, une propriété immobilière, totalement distincte de celle de la surface, perpétuelle et disponible comme tous autres biens (art. 7, 8 et 19).

Nulle concession, cependant, ne peut être partagée ou vendue par lots sans l'autorisation du gouvernement, donnée dans les mêmes formes que la concession (art. 7).

Toute concession est limitée par des points fixes pris à la surface du sol, et par des plans verticaux menés à partir de ces points dans l'intérieur de la terre, jusqu'à une profondeur indéfinie (art. 29).

Le droit que le propriétaire de la surface peut

avoir au produit des mines, conformément à l'article 552 du Code civil, est réglé par l'acte de concession (art. 6, 17, 42 et 55).

Ce droit reste réuni à la valeur de la surface (art. 18).

S'il s'agit d'une mine de fer ou d'une minière devenue concessible aux termes de l'art. 69, le propriétaire du sol est indemnisé dans la proportion du revenu qu'il retirait de l'exploitation (art. 70).

Une sorte de droit d'affouage est réservée sur les produits de cette mine ou de cette minière aux usines dont les approvisionnemens en minérais étaient puisés dans les lieux compris en la concession. Le prix des minérais est porté au cahier des charges, ou fixé par l'administration (*ibid.*).

Redevances attribuées à l'état.

Les propriétaires de mines payent à l'état deux redevances, l'une *fixe*, de 10 fr. par chaque kilomètre carré compris dans la concession; l'autre *proportionnelle*, ainsi nommée, parce qu'elle est proportionnée au produit net de l'exploitation, dont elle ne doit jamais excéder le vingtième (art. 33, 34 et 35).

Anciennes concessions.

Les anciennes concessions régulièrement faites ont été maintenues et rendues perpétuelles, sous la seule obligation pour les concessionnaires d'exécuter les conventions qui ont pu être passées avec les propriétaires du sol (art. 51).

Quant aux exploitans qui n'avaient pas exécuté la loi de 1791, ils ont été admis à obtenir les *concessions de leurs exploitations* actuelles (1810), conformément à la loi nouvelle. *Les limites de leurs concessions doivent être fixées sur leur demande* ou à la diligence des préfets (art. 53).

Toutes les difficultés qui peuvent s'élever entre

l'administration et les exploitans, relativement à la limitation des mines, sont décidées par les actes de concession (art. 56)

Les mesures que l'état des mines ou des carrières souterraines rendent nécessaires dans l'intérêt de la sûreté publique, ainsi que dans l'intérêt de la sûreté des ouvriers mineurs, des habitations de la surface, de la conservation des puits, et de la solidité des travaux, sont prises par le préfet, selon ce qui est pratiqué en matière de grande voirie (art. 50). Police souterraine.

Si une exploitation est restreinte ou suspendue de manière à inquiéter les besoins des consommateurs, le gouvernement, sur la proposition des préfets, y pourvoit, ainsi qu'il appartient (art. 49).

Les tribunaux statuent :

Sur la valeur des oppositions aux demandes en concession qui sont fondées sur la propriété des mines, acquise par concession ou autrement (art. 28); Juridiction.

Sur les demandes et oppositions relatives aux travaux souterrains à poursuivre sous des maisons ou lieux d'habitations, sous d'autres exploitations ou dans leur voisinage (art. 15);

Sur toutes les questions de priviléges et d'hypothèques qui peuvent être élevées à l'occasion des mines (art. 20 et 21);

Sur les contestations qui peuvent s'élever entre des exploitans voisins, à l'égard de leurs exploitations respectives (art. 45 et 56);

Sur toutes les questions d'indemnités et dommages que peut faire naître l'exploitation des minières (art. 63, 66, 87, 88 et 89);

Sur toutes les contraventions aux lois et réglemens relatifs aux mines, lorsque lesdites contra-

ventions ne sont pas de nature à être poursuivies et réprimées conformément aux lois sur la grande voirie (art. 50, 93, 94, 95 et 96).

Résumé. La loi de 1810, on le voit, ne va point au delà des réserves d'intérêt public que le Code civil avait faites sur les droits dérivant de la propriété foncière; elle ne distrait de cette propriété que les gîtes de minéraux qui ne peuvent être bien exploités que dans des vues d'ensemble; elle accroît, par le fait, la valeur du sol en y rattachant un droit sur le produit des mines, droit dont le principe est emprunté aux lois romaines, et que les lois françaises n'avaient jamais admis; elle convertit en une redevance modique, et qui n'est prélevée que sur les bénéfices, le tribut, quelquefois onéreux pour l'exploitant, que l'ancien droit régalien faisait peser sur les produits bruts; elle rend perpétuelle et incommutable la nouvelle propriété souterraine qu'elle institue, et, par-là, elle détermine les capitaux à se porter avec confiance sur les entreprises dont cette propriété peut être l'objet; elle donne à l'administration un pouvoir de protection et de patronage, en même temps qu'elle lui impose le devoir de veiller sur la vie des ouvriers mineurs, d'assurer la conservation du sol ainsi que la bonne exploitation des gîtes concédés, et d'empêcher que les consommateurs ne soient privés des avantages que la destination donnée à ces gîtes avait pour but de leur procurer; elle pourvoit à l'approvisionnement en minérais de nos forges, à des prix déterminés avec équité; enfin elle règle d'une manière convenable les attributions du pouvoir administratif et celles du pouvoir judiciaire; donnant à l'un tout ce qui exige une action prompte,

la connaissance des choses et l'application des règles de l'art; à l'autre le jugement de tous les débats d'intérêt privé, ainsi que l'appréciation et la répression des délits.

Les encouragemens donnés, prodigués même sous l'ancienne monarchie aux étrangers, ainsi qu'aux règnicoles qui voulaient s'adonner en France à la profession de mineur, n'ont eu, la plupart du temps, que peu de succès; quelquefois même ils ont eu de facheux résultats, parce que c'était moins dans la nature de la chose que dans l'intérêt des individus que le principe en était puisé. L'exploitation des mines semblait condamnée à rester parmi nous dans une perpétuelle enfance. Depuis 1810, elle a fait de tels progrès qu'elle peut être aujourd'hui comptée parmi les industries qui contribuent le plus à la prospérité du pays : preuve évidente que les conditions de son développement ont enfin été obtenues et qu'elles ont passé dans la législation.

L'analyse que nous venons de présenter des actes législatifs qui, pendant près de quinze siècles ont successivement régi la propriété souterraine, paraîtra peut-être longue et minutieuse; elle était nécessaire, cependant, pour poser et pour justifier plusieurs des principes sur lesquels nous aurons à nous appuyer dans la discussion de quelques-unes des questions que nous avons pris l'engagement d'examiner.

DES CONCESSIONS OU JOUISSANCES DES MINES, ANTÉRIEURES A LA LOI DU 21 AVRIL 1810.

Questions.

1°. « Quelles sont les formalités qui sont à » remplir pour procéder à la limitation, ordonnée » par l'art. 53 de la loi du 21 avril 1810, des con- » cessions anciennes, à l'égard desquelles il n'a » pas été satisfait à ce que prescrivait la loi du » 28 juillet 1791, en ses art. 4 et 5?

2°. » Quelle participation les exploitans peuvent- » ils avoir à cette limitation ?

3°. » Y a-t-il un délai fatal dont l'expiration » annule ou restreigne le droit au *maximum* » d'étendue qui était déterminé par l'art. 5 de la » loi précitée du 28 juillet 1791 ?

(Ordonnances des 21 novembre 1830 et 12 février 1832, limitation des mines de houille du Creusot et de Blanzy (1).)

Un arrêt du conseil d'état du roi, en date du 29 mars 1769, avait fait concession pour 50 ans, à M. de la Chaise, des mines de houille existant dans la baronnie de Mont-Cenis, dans la commune de Blanzy et dans les communes environnantes.

La surface de ladite concession, calculée d'après les limites, était évaluée à 31 lieues carrées environ.

Un dixième de ce vaste territoire ayant été affecté

(1) Voyez *Annales des Mines*, II Série, Tome VIII, page 306, et III°. Série, page 578.

au service des usines naissantes du Creusot, un nouvel arrêt du conseil en date du 4 juin 1782, accorda au concessionnaire, à titre de dédommagement, une prolongation de 50 ans dans la durée du reste de sa concession.

Bientôt, et par suite de diverses transactions qui furent homologuées par un autre arrêt du 10 décembre 1786, la concession primitive de 1769 se trouva tout entière entre les mains d'une société anonyme qui s'était formée pour l'exploitation des usines du Creusot, et dont le roi était actionnaire.

Tel était l'état des choses lorsque intervint la loi sur les mines, du 28 juillet 1791.

Dès le 12 août suivant, la société concessionnaire demanda, par pétition adressée à l'assemblée nationale, qu'une exception fût faite en sa faveur à la règle posée par l'art. 4 de la loi nouvelle; au même temps elle s'adressa au directoire du département, dans le but de faire décider :

Au principal, qu'elle conserverait le droit d'exploiter dans toute l'étendue de la concession première;

Subsidiairement, que chacune de ses mines alors en état d'exploitation jouirait d'un arrondissement de 6 lieues carrées.

La société n'obtint pas ce qu'elle demandait; mais le régime établi par la loi de 1791 passa sans que la réduction de sa concession fût opérée.

Toutes les propriétés qu'elle avait possédées échurent en 1818 à M. Chagot, lequel, en 1823, forma une société nouvelle, sous la raison *Chagot frères et compagnie.*

En 1826, cette société vendit à la société Manbi et Wilson les usines du Creusot, plus la partie de la concession de 1769, qui, dans l'origine, avait été affectée à cet établissement.

Les deux sociétés, partant de leurs engagemens, demandaient deux concessions :

L'une, dite du *Creusot*, de. . 106 kil. carrés.
L'autre, dite de *Blanzy*, de . 113 kil. carrés.

Elles se fondaient sur ce que l'ancienne concession Lachaise avait autrefois été partagée en deux concessions; sur ce que, par suite, deux exploitations distinctes y avaient été fondées; sur ce que ces deux exploitations étaient en activité au moment de la publication de la loi de 1810, qu'elles avaient été maintenues séparément par l'art. 53 de cette loi, et que, pour chacune d'elles, les propriétaires seraient en droit de réclamer le *maximum* d'étendue que l'ancienne loi leur assurait par son article 5; c'est-à-dire 6 lieues carrées, ou 120 kilomètres carrés.

Plus tard, lorsqu'il fut question de la fixation définitive des limites, les demandeurs, interprétant les termes de l'art. 4 de la loi de 1791, prétendirent que cette fixation devait être faite par eux-mêmes, sous la seule condition que le territoire délimité n'excéderait pas la contenance superficielle qui lui était assignée, qu'il ne sortirait pas des limites de l'ancienne concession, et qu'il ne couperait pas les couches de houille laissées en dehors, de manière à en rendre l'exploitation impossible.

Des prétentions diamétralement opposées à celles des exploitans du Creusot et de Blanzy,

étaient élevées par un grand nombre de propriétaires du sol, qui sollicitaient des concessions de houille dans l'enceinte de l'ancienne concession Lachaise.

Ceux-ci soutenaient que, du moment où la loi de 1791 avait cessé d'être en vigueur, les titulaires de la concession Lachaise avaient été déchus du droit de prétendre à une étendue de 6 lieues carrées; que l'art. 53 de la loi de 1810 ne leur accordait que la *concession de leurs exploitations actuelles*, c'est-à-dire la concession de l'espace qui était rigoureusement nécessaire à la continuation de leurs travaux; enfin, que leurs limites devaient être fixées par l'autorité, de manière à permettre l'institution d'autant de concessions nouvelles que l'étendue et la fécondité des gîtes en comportaient.

Les ordonnances royales, indiquées ci-dessus par leurs dates, ont jugé souverainement ces prétentions diverses. Elles ont réglé les droits des ayant-cause du concessionnaire primitif en une seule concession, dont l'étendue superficielle est de 120 kilomètres carrés, et dont la limitation a été faite après une instruction dans laquelle toutes les parties intéressées ont été entendues.

Les principes suivans, qui ont alors servi de règle, fournissent la solution des trois questions générales que nous avons posées.

Solution de la 1re. question.

Les exploitans de mines qui n'ont pas exécuté la loi de 1791, et qui n'ont pas fait fixer, conformément à cette loi, les limites de leurs concessions, *obtiendront*, dit l'art. 53 de la loi du 21 avril 1810, *les concessions de leurs exploitations actuelles, conformément à la présente loi.*

Il suit de là que la limitation définitive d'une ancienne concession, demandée par le concessionnaire, ou poursuivie par le préfet, ne peut être opérée qu'après l'accomplissement des formalités prescrites pour l'institution des concessions nouvelles, par les art. 23 et 24 de la loi de 1810.

solution de la 2e. question.

Le concessionnaire a toujours l'initiative de la proposition des limites : c'est une faculté que lui conférait l'art. 4 de la loi de 1791, et dont aucune disposition législative ne l'a privé, mais là se borne sa participation à la limitation qu'il s'agit de faire.

Le droit de l'administration à modifier, à changer les limites indiquées par le concessionnaire était reconnu et consacré sous l'ancienne législation. Il était défini avec précision par les instructions du ministre de l'intérieur, des 14 ventôse an IV et floréal même année; il est écrit formellement dans la loi de 1810, laquelle porte, art. 56 : « Les difficultés qui s'élèveraient entre » l'administration et les exploitans, relativement » à la limitation des mines, seront décidées par » l'acte de concession. »

L'administration, cependant, n'a point ici un pouvoir discrétionnaire. D'une part, elle doit, autant que l'état des choses le permet, comprendre dans la concession les exploitations que le concessionnaire possédaient en 1810; de l'autre elle doit faire en sorte que les mines laissées en dehors des limites de la concession puissent, à raison de leur étendue et de leur disposition, devenir elles-mêmes l'objet de concessions nouvelles.

La loi de 1791 ne fixait point de terme pour opérer la réduction à 6 lieues carrées des anciennes concessions qui excédaient cette étendue. Solution de la 3e. question.

La loi de 1810 n'en a point fixé non plus pour opérer la limitation définitive des concessions dont il s'agit. Laissant, sous ce rapport, toutes choses dans l'état où la législation antérieure les avait mises, elle n'a privé les concessionnaires d'aucun des avantages dont ils jouissaient. Le seul changement qu'elle ait introduit dans leur position a été de rendre perpétuelle entre leurs mains une permission qui, précédemment, n'avait jamais été que temporaire.

Il suit de là que tout concessionnaire non frappé de déchéance, qui, en vertu d'un titre régulier de concession, pouvait prétendre, sous l'empire de loi de 1791, à obtenir le *maximum* d'étendue spécifié par l'art. 5 de ladite loi, est maintenu, par la législation nouvelle, dans la plénitude de ce droit.

(*La suite à l'une des livraisons prochaines.*)

MÉMOIRE

Sur les fourneaux fumivores,

Par M. LEFROY, ingénieur en chef des mines.

Depuis long-temps on s'est occupé des moyens de neutraliser la fumée qui s'exhale des fourneaux, notamment de ceux alimentés par de la houille grasse ou de la houille sèche brûlant avec flamme allongée. Mais jusqu'à ce moment les procédés employés, bien que la plupart très-ingénieux et ayant apporté de grandes améliorations, n'ont pas cependant atteint le but cherché, *la suppression totale de la fumée.*

Cependant le nombre sans cesse croissant des usines, les préjudices notables que la fumée cause aux propriétaires des habitations voisines de ces établissemens, font vivement désirer que l'on puisse arriver à la solution complète de ce problème.

Chargé, l'an passé, de faire construire un fourneau pour la dessiccation de cimens romains, opération tombée depuis plus de vingt ans dans le domaine public (1), et qui se réduit à soumettre la matière avariée à une forte température (la

(1) C'est à Londres, en 1813, que fut établi le premier fourneau, tant pour la dessication du ciment Parker avarié, que pour la recuite de ce ciment, quand la pierre calcaire (chaux carbonatée argileuse), servant à sa confection, n'avait pas atteint le degré de chaleur convenable. Ce fourneau, qui probablement est toujours en activité, portait le nom de *furnace to Proof* (four à titrer).

chaleur rouge cerise faible) pour en dégager l'eau et le peu d'acide carbonique qu'elle a absorbés par suite d'une longue exposition dans un lieu humide, je résolus de profiter de la circonstance pour chercher s'il serait possible de prévenir le dégagement de la fumée.

Pour parvenir à ces fins, deux voies se présentaient, l'absorption (1) ou la combustion de la fumée.

L'absorption, en supposant même qu'on pût en rendre le succès complet, laisserait toujours subsister la double perte de calorique que fait éprouver la production de la fumée : savoir, perte d'une portion du calorique existant, absorbée, sans utilité, par la fumée et les autres gaz combustibles qui l'accompagnent (2), perte du calorique que développerait la combustion de ces produits (3).

Par la combustion, au contraire, le problème

---

(1) Ce moyen, qui a déjà été employé, consiste à introduire de la vapeur d'eau dans la cheminée.

(2) Les gaz combustibles qui accompagnent la fumée sont l'hydrogène, l'hydrogène carboné, et bi-carboné et l'oxide de carbone.

La fumée n'est autre que des vapeurs bitumineuses, parsemées d'une multitude de molécules de carbone imprégnées de bitume et d'huile de naphte. Cette matière charbonneuse, autrement dite suie, provient de la décomposition d'une partie du bitume et des gaz hydrogènes carboné et bi-carboné.

(3) A ces pertes on doit aussi ajouter celle qui doit nécessairement résulter de cette croûte de suie qui, dans les carneaux supérieurs, ne tarde pas à se former sur les parois extérieures de la chaudière, et dont l'effet est de paralyser, dans lesdits carneaux, l'action de la chaleur sur a chaudière.

serait résolu sous les deux points de vue de salubrité et d'économie publiques, puisqu'on remédierait aux inconvéniens qui résultent de cette atmosphère noire et épaisse qui enveloppe les usines, et qu'en outre la totalité de la houille employée aurait un effet utile (1).

Entre ces deux moyens je n'avais pas à hésiter, le second (la combustion) devait être le seul objet de mes recherches.

Ces recherches pouvaient être dirigées ou sur les foyers à alimentation continue ou sur ceux à alimentation périodique (à charges intermittentes) (2). Mais le premier mode qui consiste à projeter de la houille sur la grille, par petites quantités et à intervalles de 2 à 3 secondes, mode, au premier aperçu, si avantageux par la régularité de la combustion et par l'économie qu'il produit dans la consommation de la houille (de 20 à 25 pour cent), ayant présenté dans la pratique des inconvéniens qui ont bientôt fait renoncer à son usage ceux qui l'avaient adopté, je dus me renfermer dans l'étendue du deuxième mode, qui d'ailleurs, comme très-facile à diriger, est le plus généralement suivi.

Le résultat de mes recherches sur les moyens de rendre fumivores les foyers à alimentation

---

(5) De tous les corps combustibles qui s'exhalent des fourneaux, la fumée étant celui qui exige la plus haute température (plus de 800°) pour se combiner avec l'oxigène, il s'ensuit que sa combustion doit entraîner avec elle celle de tous les autres.

(6) On entend par charge d'un foyer l'action par laquelle on projette du combustible sur la grille de ce foyer.

périodique a été des plus heureux. Le fourneau que j'ai établi, soit dans le moment où l'on projette la houille sur la grille, soit quand on fourgonne le feu, ne laisse apercevoir aucune trace de fumée. Et telle est l'efficacité des procédés employés, qu'en en suspendant par intermittence les effets pendant les 60 à 120 premières secondes qui suivent la charge, on peut, jusqu'à dix à douze fois de suite, faire paraître ou disparaître la fumée.

Enfin on ajoutera que comme ce fourneau est une moufle très-allongée, chauffée seulement à sa surface extérieure, et qu'en outre le combustible dont on se sert est celui qui développe le plus de fumée, savoir, de la houille grasse ou sèche à flamme allongée (1), il suit de là, 1°. que les procédés employés sont applicables à toute chaudière à vapeur;

2°. Que le problème de fumosité se trouve résolu dans son acception la plus générale.

Avant de décrire ce fourneau, il est nécessaire de faire un exposé rapide des conditions à remplir, pour que, sans dépense inutile d'air atmosphérique, un fourneau soit rendu fumivore.

A. Les produits de la distillation à laquelle est soumise la houille quand on la projette sur un brasier ardent, produits d'autant plus abondans, que la charge a été plus forte et que la température du foyer est plus élevée, ne sont pas, à cha-

(1) Des fourneaux peuvent être fumivores ou presque fumivores quand on n'y brûle que du bois et même de la tourbe, et cependant produire une fumée très-abondante lorsqu'on remplace ces combustibles par de la houille grasse ou il sèche à flamme allongée.

cun des instans de la distillation, une quantité constante. A leur plus haut période de grandeur, dans les premiers momens de la charge, ils diminuent ensuite graduellement, et cessent enfin d'avoir lieu lorsque la houille est convertie en coke.

La masse des matières à brûler n'étant pas la même pour chacun des instans du travail d'un foyer fumivore, et de plus toute partie surabondante d'air atmosphérique (*excédant les besoins de la combustion*) ne pouvant être que nuisible, puisqu'il en résulterait une absorption de calorique en pure perte, il suit de là que le volume d'air nécessaire à l'alimentation de la combustion ne doit pas non plus être une quantité constante, et qu'il doit au contraire être subordonné aux variations qu'éprouve la masse des produits de la distillation.

Mais le volume d'air qui passe entre les barreaux d'une grille ne peut être augmenté ou diminué à volonté ; force sera donc, au moment de la charge, de diriger, par des ouvertures ou tuyaux, une seconde colonne d'air froid ou chaud sur un des points du foyer ou du carneau inférieur, lesquels tuyaux ou ouvertures seront munis de registres pour augmenter ou diminuer, suivant les besoins, la force de cette colonne d'air, ou pour la supprimer quand son action sera devenue inutile. Cette dernière colonne d'air atmosphérique s'appellera *colonne à action périodique* ou *intermittente*, et la première *colonne à action continue* (1).

(1) Il paraît que l'admission d'un second courant d'air atmosphérique aurait déjà été essayée, mais sans succès. Comme son action était continue, et qu'en outre les autres conditions de fumosité n'avaient pas été remplies, elle ne servait qu'à refroidir inutilement le fourneau.

B. Le premier effet de la distillation est une déperdition de calorique, et par suite un refroidissement du fourneau ; ainsi il faut :

1°. Que les charges soient régulières et égales, et que l'intermittence entre les charges ne soit pas très-grande ;

2°. Qu'au moment de la charge, la température du foyer soit assez élevée pour que la perte que lui font éprouver la distillation de la houille et l'addition de la colonne d'air atmosphérique à action périodique, ne la fasse pas tomber au-dessous du degré nécessaire à la combustion de la fumée.

C. Il est prouvé, par l'analyse des vapeurs et gaz qui s'échappent des cheminées des fourneaux, que, même quand il y a production de fumée, la totalité de l'air atmosphérique n'est pas rendue effective, c'est-à-dire qu'une partie de cet air (souvent près d'un tiers) n'a pas été décomposée dans son passage par la chauffe ; ce qui provient ou de ce que la température du foyer n'est pas assez élevée, ou de ce qu'il n'y a pas eu mélange immédiat entre les molécules de l'air atmosphérique et celles des vapeurs et gaz combustibles, ou enfin de la réunion de l'une et l'autre cause.

D. Ce n'est pas à leur point de jonction que deux rivières mélangent leurs eaux. Comme si elles avaient des lits séparés, elles coulent ensemble souvent pendant plusieurs lieues, conservant toutes deux leur état primitif; l'une parfois claire et limpide, l'autre colorée par les matières qu'elle charrie. Mais que leur cours soit entravé par un obstacle, soit par un resserrement de lit, soit par des blocs de rocher, des piles de pont, etc.,

aussitôt il y a remous à ce point d'arrêt, et le mélange est opéré. Ce fait, si bien connu, ne semble-t-il pas conduire à cette induction, qu'une cause semblable doit produire le même effet sur des courans de gaz, et que si, à l'une des extrémités du carneau inférieur d'un fourneau, *et toujours au delà du point où la colonne d'air atmosphérique à action intermittente fait sa jonction avec les vapeurs et gaz qui s'échappent du foyer*, on pratique un resserrement, il y aura aussi là remous, et par suite mélange immédiat de l'air atmosphérique (1) avec la fumée. De plus, il résultera de ce resserrement un autre avantage non moins précieux, c'est qu'à ce point il y aura aussi augmentation de température.

E. La hauteur des cheminées n'a pas une très-grande influence sur le tirage des fourneaux. L'activité de la combustion dépend essentiellement du rapport entre la section du tuyau de cheminée et l'étendue superficielle, on ne dira pas de la grille, *l'expression ne serait pas vraie*, mais de la somme des espaces libres laissés entre les barreaux de la grille, étendue qui est la base de la colonne d'air qui fournit l'oxigène nécessaire à la combustion. Plus ce rapport approche de l'unité, plus même (toutefois jusqu'à une certaine limite qu'on déterminera dans un autre mémoire),

---

(1) Ainsi qu'on l'a dit, ces produits sont de la fumée et des gaz hydrogène, hydrogène carboné et hydrogène bi-carboné. Ils sont aussi accompagnés, surtout dans les premiers momens de la charge, d'une assez grande quantité d'oxide de carbone, lequel provient en partie d'acide carbonique déjà formé, qui, en traversant la houille récemment jetée sur le brasier incandescent, absorbe du carbone et se convertit en oxide de carbone

il la surpasse, plus le tirage est grand. En preuve, on citera les fourneaux à vent des laboratoires, etc. qui, à cheminées parfois très-courtes, et à section de cheminée souvent plus que le double de celle de la colonne d'air atmosphérique qui alimente le foyer, ont cependant un tirage aussi fort que celui des fourneaux à grand courant d'air forcé. Et il en doit être ainsi, puisque, dans la supposition même d'une combustion complète, il est évident, qu'à raison et de la vapeur d'eau formée et des effets (la dilatation) de la haute élévation de la température, le volume de l'air sortant doit être beaucoup plus grand que celui de l'air entrant.

Ce rapport, qui autrefois était à peine d'un cinquième d'unité (0,20), peut aujourd'hui s'élever jusqu'à l'unité (1); mais, nonobstant cette augmentation, il paraîtrait que, dans un grand nombre de cas, par suite de la perte de calorique résultant de la distillation de la houille et de l'admission de la colonne d'air atmosphérique à action périodique, *surtout si cet air était froid*, le foyer ne conserverait pas le degré de chaleur nécessaire pour opérer la combustion de la fumée.

Les conditions de fumosité posées, passons à la description du fourneau :

1°. La chauffe est placée en avant et sur le côté de la moufle;

2°. Le point de serrement pour opérer le mélange immédiat de l'air atmosphérique avec la fu-

(1) Il est admis maintenant que la section de la cheminée doit être le tiers de celle de la surperficie de la grille; or, en supposant, ce qui a rarement lieu, que l'intervalle entre les barreaux fût le tiers de la grille, cela, comme on le voit, donnerait l'unité pour expressiou de rapport.

mée est pratiqué à l'entrée des carneaux inférieurs, *au sortir du foyer*; ainsi, c'est l'ouverture par laquelle la flamme se rend sous la moufle qui est le point d'étranglement;

3°. L'admission de la colonne d'air atmosphérique à action périodique se fait au moyen de trois ouvertures munies de registres, pratiquées sur les flancs et dans la partie supérieure de la chauffe; et les trois lames d'air viennent se croiser devant l'ouverture servant de passage à la flamme; ouverture qui, par suite de son resserrement, se trouve être le point du foyer où la température est la plus élevée (*a*);

(*a*) 1°. On fera observer que, dans le placement, tant de la chauffe en avant et sur le côté de la moufle que du serrement à l'entrée des carneaux inférieurs, on n'a eu d'autre but que de se ménager la faculté, d'une part de faire varier de grandeur, et sans pour cela être obligé de toucher au fourneau, la section du point de serrement et celle de chacune des deux colonnes d'air atmosphérique, à action continue et intermittente; et, d'autre part, d'observer et suivre, à l'aide de petites ouvertures pratiquées à l'extrémité des carneaux, la marche de la flamme et de la fumée dans le pourtour extérieur de la moufle.

2°. Aux trois lames d'air on pourrait en ajouter une quatrième, qui déboucherait d'une ouverture pratiquée dans la partie inférieure de la chauffe (entre la grille et le point de serrement): par ce moyen la pyramide de flamme qui se rend sous la moufle serait complétement entourée par la colonne d'air atmosphérique.

3°. On pense qu'il serait préférable que le point de serrement fût établi à l'extrémité des carneaux inférieurs, et que l'air atmosphérique à action intermittente fût dirigé sur ce point par de petits conduits qui, placés sur les côtés de ces carneaux pour échauffer cet air, viendraient aboutir à droite et à gauche de la chauffe, et seraient aussi munis de registres.

4°. Le charbon de terre se jette sur la grille par une trémie pratiquée dans la partie supérieure de la chauffe. Cette opération se fait à couvert, et par-là il n'y a pas, dans le moment de la charge, introduction d'une nouvelle colonne d'air atmosphérique. L'appareil à ce destiné a en outre l'avantage de pouvoir rendre les charges égales, puisqu'il suffit pour cela de ne donner au vase dudit appareil que la capacité requise pour une charge;

5°. Pour ne pas être obligé d'ouvrir la porte de la chauffe lorsque l'on fourgonne le feu, le tisonnier, destiné à cette opération, s'introduit par un petit trou pratiqué dans ladite porte.

Les essais faits sur ce fourneau, en faisant varier, 1°. Les quantité et qualité de houille (l'anthracite excepté) consommée, et le nombre de charges pendant la même période de temps;

2°. La somme des espaces libres laissés entre les barreaux de la grille, et la distance d'un barreau à l'autre; la grandeur de la grille et sa position relative;

3°. La grandeur de la section de chacune des colonnes d'air atmosphérique à action continue et intermittente;

4°. La grandeur de la section du point de serrement.

Ont établi que:

Sur une grille à 5° *en contre-bas du point de serrement, et ayant d'une barre à l'autre un intervalle de* 10 *à* 12 *lignes métriques, avec une intermittence entre les charges de* 5 *à* 6 *minutes*, la combustion complète d'une quantité *n* (16 kilogrammes) de houille peu grasse ou sèche,

mais à flamme allongée, pouvait avoir lieu dans une heure, en donnant :

		Pouces carrés métriques.
A la section de la cheminée de 12,25 *n* à	12 *n*	196
A la section de la colonne d'air atmosphérique à action continue de $\frac{2}{7}$ *n* à .	4 *n*	70
A la section de la colonne d'air atmosphérique à action périodique	2 *n*	32
A la section du point de serrement (*a*). .	2 *n*	32

(*a*) 1°. D'après ces données, la section de la cheminée est le double de la somme des sections des colonnes d'air atmosphérique à action continue et périodique.

Si l'on trouvait la température du foyer trop élevée, on pourrait l'abaisser en diminuant la valeur de ce rapport, mais alors il y aurait moins de houille consommée dans la même période de temps.

2°. La section totale des carneaux inférieurs est de 150 p°. (environ 9*n*); celles des carneaux latéraux et supérieurs est de 196 p°. (environ 12*n*). La superficie de la grille est de 12*n* (196 p°.).

On a aussi jugé utile d'opérer un second serrement au point où les carneaux débouchent dans la cheminée. A ce point, la section de l'ouverture, qui sert de passage à l'air chaud, n'a plus que 80 pouces carrés (5*n*).

3°. D'après de nouvelles expériences, et qu'on n'a pas eu le temps de terminer, on serait fondé à croire qu'une portion de la lame d'air fournie par l'ouverture pratiquée dans la partie supérieure de la chauffe n'aurait pas d'effet dans certaines circonstances, et qu'on pourrait la réduire à moitié dans le sens de sa largeur. Cela diminuerait alors la grandeur de la section de la colonne d'air atmosphérique à action périodique.

4°. Sans changer la valeur numérique des sections ci-dessus, on pourrait, en multipliant le nombre des charges, et en fourgonnant le feu plus souvent, parvenir jusqu'à doubler la consommation de la houille dans le même espace de temps, c'est-à-dire à brûler 30 kilog. de houille par heure. Mais, attendu la grande élévation de température qui en résulterait, la grille s'obstruerait trop fré-

On a aussi trouvé :

1°. Que *dans le moment de la charge* l'admission de la colonne d'air atmosphérique à action périodique ne devait avoir lieu que pendant 60 à 90 secondes (1' à 1' et demie), et que les registres, qui par leur ouverture donnent accès à cette colonne, devaient se refermer en trois temps, savoir : à moitié au bout d'une demi-minute, aux deux tiers au bout d'une minute, et entièrement au bout d'une minute et demie (1);

2°. Que, *quand on fourgonnait le feu*, il suffisait d'ouvrir les registres à moitié pendant une demi-minute environ.

En plaçant un thermomètre à air comprimé dans la partie supérieure de la cheminée, il a été constaté que la température de l'air chaud qui s'en dégageait, s'élevait, dans le moment de la charge, de 25 à 30 degrés centigrades (2).

Au moyen de petits trous pratiqués dans la partie la plus éloignée de la chauffe et sur le prolongement des carneaux, il a été reconnu que, dans l'état normal du foyer (entre les

---

quemment, et en peu de temps l'intérieur du foyer serait dégradé.

5°. La houille grasse et très-collante contenant beaucoup moins d'hydrogène que n'en contient la houille sèche à longue flamme, est moins propre que cette dernière pour chauffer des chaudières, ou moufles allongées. D'ailleurs sa flamme étant trop courte et la combustion trop intense, son emploi serait très-préjudiciable à la conservation des grilles et des foyers.

(1) La manœuvre du registre est indiquée à l'ouvrier exercé par la diminution du bruissement qui s'opère dans le tourbillonnement de la flamme et de la fumée.

(2) Entre les deux charges la température moyenne est de 245°.

charges), les carneaux inférieurs étaient remplis, dans toute leur étendue, de flammes blanches et brillantes, et que la lame de flamme qui circulait dans les carneaux supérieurs était très-rare et paraissait avoir peu d'épaisseur.

Pour compléter l'historique de ce fourneau, il ne reste plus qu'à faire connaître ce qui se passe dans les carneaux, lorsqu'en suspendant par intermittence, *dans les premiers momens de la charge*, l'action de la colonne intermittente, d'air atmosphérique, on fait successivement paraître et disparaître la fumée; effets observés par celui dont l'œil se trouve placé à l'un des trous pratiqués à l'extrémité des carneaux inférieurs.

A peine les registres destinés à intercepter le passage de l'air atmosphérique sont-ils fermés, qu'un nuage épais, débouchant du point de resserrement, s'avance vers l'observateur en semant l'obscurité sur son passage; mais que les registres s'ouvrent de nouveau, à l'instant apparaît dans le lointain un point lumineux d'où jaillissent des gerbes étincelantes qui, chassant les vapeurs devant elles, ont aussitôt rempli les carneaux.

Ces phénomènes, que toutes les personnes qui ont vu le fourneau ont été à même d'observer, prouvent que c'est bien au point de serrement que s'opère la combustion de la fumée.

Enfin on ajoutera que, comme ce n'est que huit secondes après la suppression ou l'admission de la colonne d'air atmosphérique à action périodique que la fumée paraît ou disparaît, et que l'étendue linéaire des carneaux et du tuyau de cheminée est d'environ 16^{m}.25, on doit en conclure que la vitesse moyenne de l'air chaud, dans

les carneaux et la cheminée, est d'environ 2 mètres par seconde.

Les précautions à prendre pour conduire le travail d'un foyer fumivore sont les suivantes :

1°. On ne doit procéder à une nouvelle charge que quand la flamme ne remplit plus toute la capacité de l'ouverture par laquelle elle se rend sous la moufle. Autrement il y aurait surabondance de combustible et production de quelque peu de fumée. C'est par un petit trou pratiqué dans un des registres qui ferment les ouvertures latérales servant de passage à la colonne d'air atmosphérique à action périodique, que le chauffeur reconnaît s'il est temps de charger.

2°. Si l'épaisseur de la houille qui recouvre la grille était au-dessous de 4 à 5°, c'est qu'on aurait laissé tomber le feu. Le cas échéant, il faudrait, par de petites charges successives, le ramener à son état normal.

3°. Il convient que le fourgonnement du feu n'ait lieu que de trois charges en trois charges. Et, attendu la grande distance d'un barreau à l'autre (10 à 12 lignes), il doit se faire avec beaucoup de ménagement, pour que la houille ne tombe pas dans le cendrier. Quand cette opération est bien dirigée, le déchet du combustible est très-minime (1).

---

(1) Quand on ne brûle que de la houille peu grasse ou sèche, il serait préférable que le fourgonnement n'eût lieu que pour briser les mottes de houille ; et que pour décrasser la grille et l'empêcher de s'obstruer, on se servit d'un crochet de fer, que l'on promènerait *du côté du cendrier*, entre les barreaux de la grille : ce crochet serait adapté à une tige de fer.

On a fait plusieurs fois l'essai de ce moyen en ma pré-

4°. Quand on voit la houille s'amonceler sur le devant de la chauffe, il faut, avant de charger, la repousser sur le derrière de la grille.

5°. Si on ne voulait employer que du poussier de houille, il serait indispensable que les charges eussent lieu par la porte du foyer et sur le devant de la grille, ou qu'on se servît d'une trémie disposée de manière à faire tomber le combustible sur le devant de la grille. Sans cela, une partie de ce poussier pourrait être entraînée dans les carneaux inférieurs, ce qui donnerait lieu à quelques bouffées de fumée (1).

On a aussi fait quelques essais avec de la tourbe de bonne qualité (compacte et non terreuse); bien qu'on n'y ait pas donné suite, on ne croit pas inutile d'en donner ici les principaux résultats, et de les comparer avec ceux obtenus pour une consommation par heure d'une quantité n^{kilog} (16k. de houille).

Avec une quantité de 2,5n (40 k.) de tourbe brûlée pendant le même temps.

1°. On a obtenu une température plus élevée que celle produite par la houille.

2°. Pour brûler la fumée, il suffisait de donner à la colonne d'air atmosphérique à action périodique une section de $\frac{n^{o}}{2}$ (8 pouces carrés), le quart de celle exigée pour la combustion de la

---

sence, il a parfaitement réussi : et le déchet était presque nul.

(1) On pourrait, sans changer les dispositioms de la trémie, mouiller la poussière de houille, mais alors il y aurait une perte de calorique occasionée par la vaporisation de l'eau de mouillage.

fumée de houille. La durée d'action de cette colonne d'air ne devait pas être au *maximum* de plus de 30 secondes ($\frac{1}{2}$ minute).

3°. Ce combustible, à raison de sa grande richesse en hydrogène, a donné une flamme longue et dense qui remplissait, dans toute leur étendue, les carneaux inférieurs et supérieurs, et même s'élevait dans la cheminée à plusieurs pieds de hauteur.

Je ne terminerai pas ce mémoire sans donner un témoignage public de ma gratitude à M. Hamelin, ancien fabricant, et maintenant inspecteur des travaux de l'établissement du ciment Lacordaire (vulgairement dit ciment de Pouilly). Ce savant praticien m'a secondé avec un zèle et une obligeance sans exemple dans la longue suite des expériences et essais que j'avais à faire pour amener à sa perfection le fourneau fumivore; c'est aussi lui qui a dirigé et surveillé tous les travaux de construction. Enfin c'est à lui qu'est due partie des observations pratiques consignées dans ce mémoire.

Observations.

On aurait bien désiré présenter, à la suite de ce mémoire, des données positives sur l'économie de combustible qu'on doit obtenir dans un fourneau brûlant complétement sa fumée. Malheureusement les principaux élémens manquaient, puisque le procédé n'a pas encore été appliqué à une chaudière à vapeur, qui seule peut donner d'une manière rigoureuse la mesure de l'effet utile produit. Mais, à défaut de faits basés sur l'expérience, on cherchera, par des aperçus

théoriques, à arriver à la solution de la question.

A cet effet, et pour donner plus de précision aux calculs, on ne considérera ici que la perte de calorique résultant de la non-combustion de la plus grande partie des produits volatils de la houille; on en déterminera la valeur, et on la comparera avec celle du calorique développé par le coke et une petite partie des produits volatils de la houille.

A. 1°. Les premiers effets de la distillation sont une production de bitume, d'huile de naphte, de gaz oléfiant et de gaz hydrogène carboné; mais, attendu la haute température du foyer, il doit y avoir presque aussitôt décomposition de partie de chacun de ces produits, et, par suite, mise à nud d'une grande quantité de molécules de carbone, et formation de gaz hydrogène.

2°. Une faible portion du gaz hydrogène est brûlée; quant au carbone, comme il est très-réfractaire à la combustion, la totalité est entraînée par le courant et forme un des élémens de la fumée proprement dite;

3°. Le rapport du carbone à l'hydrogène est :

Dans le gaz hydrogène carboné : : 3 : 1.

Dans le gaz oléfiant : : 6 : 1.

Dans l'huile de naphte : : 87,60 : 12,78.

Dans le bitume, $>$ 87,60 : 12,60.

Par conséquent on peut, et c'est un maximum, porter à quatre fois le poids de l'hydrogène la quantité de carbone enlevée à la houille par les différens produits résultans de la distillation.

B. Les houilles grasses ou sèches à flamme allongée, les moins riches en hydrogène et les moins chargées de matières terreuses, contiennent sur 100 parties :

Carbone.	80.
Hydrogène.	4.

En prenant ces houilles pour base des calculs, on aura, d'après l'article précédent (1), seize parties de carbone enlevées à la houille par l'hydrogène, ce qui donnera les proportions suivantes, contenant :

	Coke carbone. .	63.
Produits de la distillation	Carbone	16.
	Hydrogène. . .	4.

C. Dans les foyers fumivores, il n'y a qu'une très-petite partie de gaz hydrogène qui se brûle : en estimant cette quantité à un quart de l'hydrogène contenu dans les 100 parties de houille, *ce qui est un maximum d'évaluation*, on aura.

Pour matières brûlées (M)	Carbone	64.
	hydrogène.	1.
Pour matières échappant (N) à la combustion.	Carbone	16.
	Hydrogène.	3.

D. La combustion d'une partie de gaz hydrogène développe environ autant de calorique que celle de quatre parties de carbone. Donc, sous le rapport du calorique produit, une partie de gaz hydrogène peut être représentée par quatre parties de carbone.

Ainsi, en faisant dans les expressions (M) et (N) les substitutions indiquées, et en appelant q la quantité de calorique développée par la combustion de l'unité de carbone, on aura, pour la consommation de 100 parties de houille dans un fourneau non fumivore :

---

(1) Certaines houilles contiennent de 15 à 20 pour cent de gaz hydrogène.

Calorique produit. $(64 + 1 \times 4).q = 68\ q.$
Calorique perdu. $(16 + 3 \times 4).q = 28\ q.$

Ce qui donne en perte environ 28 pour 0/0 de la quantité de calorique que serait susceptible de développer cette houille.

Mais, dans cet aperçu, on a négligé les autres pertes de calorique occasionées par la production de la fumée. On n'a pas non plus tenu compte du déchet provenant des parcelles de coke qui tombent dans le cendrier, *déchet qui souvent s'élève au dixième de la houille employée*. Il résulte donc de là que M. de Baude, membre de la chambre des députés, ne s'est pas trompé ainsi qu'on l'a prétendu, en annonçant, dans sa lettre adressée à M. le ministre de la marine, sous la date du 14 décembre 1832, qu'il *était porté à croire que dans le fourneau fumivore établi à la Gare, l'économie de combustible obtenue approchait du tiers de la quantité nécessaire pour obtenir le même effet dans un fourneau ordinaire*; car l'opinion émise par ce savant se trouve ici confirmée par la théorie.

Explication des figures des Pl. XII, XIII *et* XIV, *représentant le fourneau fumivore de M.* Lefroy.

Pl. XII. Élévations, plan et coupes du fourneau, pour la révivification du ciment de Pouilly.

Pl. XIII. Plans et coupes de la moufle.

Fig. 1, *Pl.* XII. Coupe transversale du fourneau sur la ligne 1,1 de la *fig.* 2, *Pl.* XIII, et passant par l'un des tuyaux de sûreté.

Fig. 2, *Pl.* XIII. Plan du fourneau au niveau du sol 2,2 *fig.* 1, *Pl.* XII.

Fig. 3. Plan pris à la hauteur 3,3, au niveau des carneaux inférieurs, *des conduits de la flamme.*

Fig. 4. Plan à la hauteur 4,4, au niveau de la sole de la capacité intérieure de la moufle.

Fig. 5. Plan pris à la hauteur 5,5, au niveau de l'extrados du sommet de la voûte qui termine la capacité intérieure de la moufle, et passant par les carneaux supérieurs.

Fig. 6, *Pl.* XII. Plan pris à la hauteur 6,6, au niveau de la partie supérieure du fourneau.

Fig. 7. Coupe longitudinale du fourneau sur la ligne 7,7, (*fig.* 2, *Pl.* XIII, et *fig.* 6, *Pl.* XII), passant par l'ouverture par laquelle on le charge.

Fig. 8. Coupe longitudinale sur la ligne 8,8 (*fig.* 5, *Pl.* XIII), passant par le milieu des carneaux latéraux.

Fig. 9. Coupe transversale sur la ligne 9,9 (*fig.* 6, *Pl.* XII), passant par l'axe de la cheminée.

Fig. 10. Élévation antérieure du fourneau sur la ligne 10,10 (*fig.* 2, *Pl.* XIII), du côté de l'ouverture par laquelle on jette dans la moufle le ciment à revivifier.

Fig. 11. Élévation latérale sur la ligne 11,11 (*fig.* 6), *du côté de la chauffe.*

AAA, *fig.* 2. Ouvertures longitudinales et transversales pratiquées dans le massif pour l'assèchement du fourneau.

a, *fig.* 3. Ouverture par laquelle la flamme, au sortir de la chauffe, s'engage sous la moufle.

b, *fig.* 3. Pile de pont servant à briser le jet de flamme pour qu'elle se répande plus uniformément sous la moufle.

c, *c'*, *c*, *fig.* 1, 3, 7. Carneaux inférieurs, *situés sous la moufle.*

d, *d*, *fig*. 3, 4, 8. Carneaux verticaux servant à introduire dans les carneaux latéraux *ee*, *fig*. 1, 4, 8 (ceux situés sur les flancs de la moufle), une portion de la flamme qui a parcouru les carneaux inférieurs *c*, *c*, *fig*. 1, 3 et 7.

f, *f*, *fig*. 4, 5. Carneaux verticaux par lesquels la plus grande partie de la flamme se rend des carneaux inférieurs dans les carneaux supérieurs *g*, *g*, *fig*. 1, 5, 7.

h, *h*, *fig*. 5. Soupiraux par lesquels la flamme qui a circulé dans les carneaux latéraux se réunit à celle qui a parcouru les carneaux supérieurs pour se rendre ensuite dans la cheminée par les carneaux verticaux *m*, *m*, *fig*. 5, 9.

i, *i*, *i*, *fig*. 4. Registres servant à régulariser le passage de la flamme dans chacun des carneaux inférieurs. Les soupiraux *h*, *h*, *fig*. 5, peuvent aussi être armés de registres, pour diminuer ou intercepter le passage de la flamme dans les carneaux latéraux.

l, *fig*. 7, 9, 10 et 11. Base de la cheminée; elle est en briques et munie d'un registre *k* servant à régler le tirage du feu.

n, *fig*. 7, 9, 10 et 11. Cheminée, tuyau de cuivre ou de tôle forte, de 6^m, 6^c de hauteur, et surmonté d'un chapeau de cuivre ou de tôle.

o, *fig*. 1, 7. Intérieur de la moufle, ou capacité intérieure du fourneau.

p, *fig*. 1, 4, 7. La sole sur laquelle on étend la matière à revivifier; elle est formée par de grands carreaux de terre à gazette, et supportée, *fig*. 1, 3, par des languettes de briques *q*, *q*, *q* et par l'épaulement *rr*, *fig*. 1, ménagé sur les deux longs côtés du fourneau.

s, *fig*. 1, 4, 7. Ouverture par laquelle on

charge la moufle; cette ouverture sert aussi pour la décharge : elle est fermée par une porte *z* en tôle forte, ainsi qu'on le voit *fig.* 10.

t, *fig.* 5. Languette de briques; elle a pour but de donner plus de solidité à la voûte qui termine la partie supérieure de la moufle.

u, *u*, *fig.* 1, 6, 7. Tuyaux de sûreté, armés chacun, dans leur partie supérieure, d'une soupape. Etablis pour le dégagement de la vapeur d'eau qui s'échappe du ciment, ils servent rarement, attendu que la vapeur s'écoule par la porte de charge qui ne ferme pas hermétiquement.

v, *v*, *v'*, *v'*, *v''*, *v''*, *fig.* 3, 4, 5, Ouvertures pratiquées sur le prolongement des carneaux et servant à nettoyer ces mêmes carneaux; ils sont fermés par des carreaux de terre à gazette, et dans le milieu desquels on a ménagé un œil d'un pouce de diamètre, pour voir si la flamme est également répandue dans les carneaux situés symétriquement (les inférieurs, les latéraux et les supérieurs), et pour examiner ce qui se passe dans ces conduits, quand il y a suppression ou production de fumée. Ces petits trous sont fermés par des bouchons d'argile.

Ce fourneau, comme on le voit, est armé de fer pour consolider la maçonnerie.

Pl. XIV. Détails de la chauffe ou du fourneau proprement dit.

Fig. 1. Coupe de la chauffe sur la ligne 1,1, *fig.* 4, passant par le milieu de la grille et de l'ouverture par laquelle la flamme s'introduit sous la moufle.

Fig. 2. Plan de la chauffe au niveau du sol, 2,2, *fig.* 1.

Fig. 3. Plan à la hauteur 3,3, *fig.* 1, au niveau

supérieur des ouvertures pratiquées dans les murs latéraux de la chauffe pour l'introduction des deux barres de fer transversales qui servent de support à la grille.

Fig. 4. Plan à la hauteur 4,4, *fig.* 1, au niveau de l'ouverture servant de passage à la flamme.

Fig. 5. Plan de la partie supérieure de la chauffe, pris au niveau 5,5, *fig.* 1.

Fig. 6. Coupe de la chauffe sur la ligne 6,6, *fig.* 3, passant aussi par le milieu de la grille, mais perpendiculairement à la coupe, *fig.* 1.

Fig. 7. Élévation de la chauffe sur la ligne 7,7, *fig.* 2, vue de face.

Fig. 8. Élévation latérale de la chauffe sur la ligne 8,8, *fig.* 5.

A, Ouverture du cendrier, *fig.* 1 et 7.

B, Cendrier, *fig.* 1, 2 et 6.

C, Intérieur de la chauffe, *fig.* 1, 3, 4 et 6.

D, Ouverture pour nettoyer la grille du foyer, *fig.* 1 et 4.

Cette ouverture est fermée par une portière E, *fig.* 9 (châssis de fonte dont l'intérieur est garni d'un carreau ou briques de terre à gazette), à coulisse, et portant, aux deux tiers de sa hauteur, un petit trou F, de 2 pouces, *fig.* 7 et 9, pour fourgonner la houille : ce trou se ferme par un bouchon d'argile. La portière est adaptée à l'extrémité d'une chaîne G, *fig.* 7, roulant sur deux poulies fixes, et maintenue en équilibre par un contre-poids K attaché à son autre extrémité : c'est en tirant ce contre-poids qu'on élève la portière.

I, I, *fig.* 4. Coulisses ou feuilles dans lesquelles glisse la portière.

a. Passage de la flamme, *fig.* 1, 4 et 6.

b, b. fig. 1 et 6. Grille de fonte à 5 pouces en contre-bas du passage de la flamme : elle est supportée par deux barres transversales *c, c.*

j, j. fig. 3, Ouverture pour l'introduction de deux traverses de fer servant de supports à la grille.

d, d. fig. 1 et 6. Ouverture ou trémie servant à jeter le combustible sur la grille de la chauffe.

Fig. 1, 5, 6, 7, 8, 10. Plan et coupe de l'appareil par le moyen duquel la charge de la chauffe s'opère à feu couvert : il se compose des pièces suivantes :

1°. D'un châssis *ef, fig.* 5, 10 et 11, de fer forgé ou de fonte, divisé en deux compartimens *g, h*; le premier *g*, rempli dans son intérieur par des briques ou un grand carreau de terre à gazette; le second *h*, recouvert par une plaque de tôle, évidée dans son milieu, pour recevoir un cylindre de forte tôle *i, fig.* 6, 7, 8, fermé dans sa partie supérieure par un couvercle *k*, et dans sa partie inférieure par un registre à coulisse *n, fig.* 10, également en tôle, et dont la tête est fixée par deux pattes *m, m* dans le fer de ceinture *oo, fig.* 8, qui couronne la chauffe, ledit châssis armé en outre d'une tige de fer *p, fig.* 5, 6 et 7, terminée par une poignée *q, fig.* 5.

2°. D'une tringle de fer *r, r, fig.* 5, terminée par des pattes fixées avec des vis dans le même fer de ceinture *oo*, et liée audit châssis par deux conduits ou pitons à œil, et dont l'effet est de guider l'appareil dans son mouvement de translation.

Entre les charges, le compartiment *h* du châssis sert de fermeture à la trémie, comme on le voit *fig.* 5.

Quand on veut charger, on lève le couvercle *k*, on jette la houille dans le cylindre *i*, qui se trouve

alors fermé dans sa partie inférieure par le registre, et on remet le couvercle en place. Cela fait, l'ouvrier saisit la poignée *q*, et la pousse jusqu'à ce que la partie antérieure *e*, *e*, *fig.* 5 de l'appareil soit arrivée en *t*, *t*, où elle se trouve arrêtée par deux points fixes. Par suite de ce mouvement de translation, le second compartiment *h* se trouve occuper la place que le premier *g* occupait, c'est-à-dire que le cylindre *i* repose sur la trémie *d*, *fig.* 6 et 10; mais comme le registre *n*, *n* n'a pu participer à ce mouvement, puisqu'il est fixe, il s'est ouvert naturellement, et la houille, qui n'était plus retenue, est tombée sur la grille.

La charge ainsi opérée, l'ouvrier ramène l'appareil dans sa position primitive, et le registre se referme de lui-même.

Les coulisses *v*, *v*, *fig.* 11, dans lesquelles glisse le registre, peuvent se pratiquer par la pose de trois petites tringles de fer *x*, *x*, *x*, entre le châssis du deuxième compartiment, et la feuille de tôle qui le recouvre. (Voyez les *fig.* 10 et 11.)

a′, *a′*, *a′*, *fig.* 1 et 4, Ouvertures ménagées dans la partie supérieure et sur les flancs de la chauffe, et dont l'effet est de diriger, soit au moment où la houille est projetée sur la grille, soit quand on fourgonne le feu, des lames d'air sur le jet ou la pyramide de flamme qui s'introduit sous la moufle.

b′, *b′*, *b′*, *fig.* 5, et 8. Registres de tôle forte destinés, soit à intercepter par leur fermeture le passage des lames d'air, soit à introduire, par leur plus ou moins grande ouverture la quantité d'air nécessaire, quantité dépendante de la grandeur de la charge, de la nature du combustible (bois, tourbe ou houille), du temps qui s'est écoulé de-

puis le premier instant de la charge, etc. La base de cette colonne d'air varie depuis 4 jusqu'à 32 pouces carrés.

L'appareil pour faire manœuvrer simultanément ces trois registres, manœuvre dans laquelle gît principalement l'action fumivore de la chauffe, se compose de deux équerres doubles (chacune de deux branches): la première c', c', c', *fig.* 5 et 8, en fer plat, embrassant verticalement la chauffe, et à laquelle les trois registres b', b', b', *fig.* 5 et 8 (1), sont solidement attachés par des vis à tête fraisée; la seconde d', d', d', *fig.* 5 et 8, embrassant horizontalement la chauffe, fixée à la première équerre en e', e', par des clous, à tête fraisée; à branches en fer rond, glissant dans les les yeux des pitons f', f', vissés dans des écrous scellés dans la maçonnerie, et portant dans son milieu une tige de fer g', avec poignée, pour faire manœuvrer l'appareil (ouvrir ou fermer les registres). Ledit assemblage d'équerres consolidé de chaque côté de la chauffe, *fig.* 8, par un double lien en fer h', h', dont les extrémités à pates sont fixées en j', j' par des vis aussi à tête fraisée, pour pouvoir démonter l'appareil à volonté.

i, i, *fig.* 5, Petite équerre double, graduée sur le côté des deux branches ou sur une seule, et à pates scellées dans la maçonnerie, ou fixées à vis dans un des fers de ceinture du fourneau: elle sert de guide au chauffeur, puisque, donnant

(1) Chacun des registres, sur les flancs, porte un petit œil, à l'effet d'observer le passage de la flamme sous la moufle, et on ne doit jeter du charbon sur la grille que quand la flamme ne remplit pas entièrement l'ouverture qui lui sert de passage; une des ouvertures se voit, *fig.* 8, entre b' et e'.

le degré d'ouverture des registres, elle lui fait connaître la grandeur de la base de la colonne d'air dirigée sur la pyramide de la flamme, 1,25 de pouce carré par ligne d'ouverture des registres.

On observera 1°. que, si les deux appareils que l'on vient de décrire étaient adaptés à des chauffes de grande dimension, il serait nécessaire qu'ils fussent armés de poulies fixes, pour rendre plus doux leur mouvement de translation; 2°. que, quand on n'emploie que le même combustible et que les charges sont constantes, on pourrait rendre simultané le mouvement de deux manéges par un arbre vertical à tourillons tournant dans des crapaudines fixes, situé sur le devant de la chauffe, entre les fers de ceinture et le plan qui passerait par les coulisses dans lesquelles glisse la portière. Ledit arbre, armé dans sa partie supérieure, au niveau de la base du premier appareil, d'un mentonnet horizontal, auquel une came, adaptée au châssis, pourrait imprimer un mouvement de rotation; et, dans sa partie inférieure, *un peu au-dessus de l'équerre horizontale du deuxième manége*, d'une came horizontale, laquelle, par son action sur un mentonnet vertical fixé au milieu de cette deuxième équerre, pourrait mettre en mouvement le deuxième manége (le repousser). Au moyen de cette disposition, la force appliquée au premier manége, pour opérer la charge de la chauffe, ferait en même temps ouvrir les registres.

STATISTIQUE.

On a annoncé, dans l'une des dernières livraisons des *Annales*, que l'on publierait prochainement le tableau de la production des mines de houille du royaume pendant les années 1819 à 1831 inclusivement, de la valeur et du prix moyen de ces produits, année par année; le tableau de la production des mines en 1831, celui des produits des usines à fer pendant l'année de forge 1831—1832; un résumé comparatif de ces mêmes produits et de leur valeur, pendant un certain nombre d'années, etc.

La présente livraison contient trois des tableaux indiqués ci-dessus.

On a distingué sur l'état du produit des usines à fer, les feux et ateliers en activité et en non-activité : il ne suffit pas en effet de connaître le nombre total des feux et ateliers existans; ce n'est qu'au moyen de la distinction dont on vient de parler, qu'il est possible d'établir des rapports entre le travail et la production.

L'état du produit des usines à fer pendant l'année de forge 1830—1831, inséré dans la 6e. livraison de 1832, est, à cet égard, complété par le supplément ci-annexé, qui rectifie en même temps quelques erreurs d'impression aux articles *lavoirs à bras*, *fourneaux de grillage*,

laminoirs à barreaux et *affineries pour la conversion de la fonte en acier* (1).

Le tableau de la production de la fonte brute, de la fonte moulée et du fer pendant les années de forge 1824—1825 à 1827—1828, avait été publié en 1829, avec les procès-verbaux de l'enquête sur les fers, et le rapport de la commission d'enquête ; nous complétons ici ce tableau jusques et y compris l'année 1831—1832.

Ces documens statistiques, et ceux qui seront publiés par la suite, doivent éclairer les questions importantes qui intéressent notre industrie; et sous ce rapport, ils auront une véritable utilité.

En effet, les questions d'économie politique ne peuvent se passer du secours de la statistique. Napoléon l'appelait le *budget des choses ;* et cette définition en montre assez l'importance. Pour tirer des conséquences des faits, il faut d'abord que ces faits soient bien connus. La statistique les recueille, les expose, les coordonne. Elle ne serait qu'une chose vaine si elle ne se rattachait point à des observations et à des études sur la richesse et la prospérité des nations, sur les causes qui les augmentent ou qui les altèrent, sur les moyens de soutenir et d'encourager le travail, premier élément de cette richesse, premier gage de cette prospérité. En la considérant ainsi, il est évident

(1) Une autre erreur d'impression s'est glissée à la troisième colonne du tableau de la production des mines en 1830. L'addition des nombres de cette colonne est de 6011.75. C'est ce chiffre qu'il faut lire au lieu de 5038.93.

qu'on doit réunir avec soin tous les documens qui peuvent jeter quelques lumières sur des sujets aussi graves. Tel fait paraît indifférent, tel détail semble sans valeur au premier aspect, qui, rapprochés d'autres faits auxquels ils se rapportent, de circonstances auxquelles ils se lient, ajoutent à leur autorité. Il faut donc procéder dans cette matière, comme dans toutes, avec un esprit de critique, c'est-à-dire, s'attacher à discerner les faits qui offrent véritablement de l'intérêt, et par eux-mêmes, et par les conséquences qu'on peut en tirer.

Si ces réflexions générales ont quelque vérité, on sent combien la statistique, appliquée à l'industrie minéralogique et métallurgique, doit avoir d'importance.

L'administration en comprend la nécessité et les avantages; là aussi nous sommes dans une voie de progrès, et sans doute les travaux de cette nature ne resteront pas stériles. En présence des faits matériels, se grouperont des rapprochemens curieux; nos richesses minérales plus complétement étudiées seront mieux connues; la production et le traitement des métaux y gagneront à leur tour, et ces résultats seront profitables à l'industrie. Attentive à tout ce qui se passe autour d'elle, celle-ci a un double problème à résoudre : *faire le mieux possible et au meilleur marché possible*. Engagée dans une lutte marquée par bien des revers, elle l'a soutenue avec persévérance; elle doit continuer des efforts qui lui promettent un meilleur avenir. Perfectionner les méthodes anciennes, introduire des procédés nouveaux et éprouvés là où sans leur secours la chute serait certaine, tel doit être

le but constant de ces efforts. L'administration, loin d'y rester étrangère, saura toujours les seconder, les diriger même au besoin. C'est là surtout sa mission.

Le premier élément de toute amélioration réelle, c'est comme nous l'avons dit, la connaissance et l'appréciation exacte des faits. On est bien près du perfectionnement, lorsque l'on connaît les phases diverses de l'industrie, lorsqu'on peut la suivre pour ainsi dire pas à pas dans ses vicissitudes, et remonter aux causes de sa décadence et de ses progrès; en se trouvant sans cesse en présence de faits scrupuleusement constatés, on arrive à un résultat bien plus sûrement qu'on ne pourrait le faire en se confiant seulement à des conjectures et à des théories par fois séduisantes, mais qui ne sont pas toujours sans danger.

Quant aux questions de douanes en particulier, comment pourrait-on les résoudre si les intérêts du producteur et ceux du consommateur n'étaient pas étudiés complétement? C'est précisément parce qu'ils peuvent se modifier, qu'un jugement approfondi est nécessaire pour éclairer la législation; ce n'est que de ce jugement que doivent ressortir les systèmes de restriction ou de liberté. Mais décider de prime abord, ou une liberté absolue ou une complète prohibition, ne tenir aucun compte des circonstances qui, au dedans comme au dehors, exercent cependant toute leur influence sur chaque industrie, ce serait procéder avec peu de réflexion. La législation doit mieux faire : elle doit interroger à certains intervalles tous les intérêts, et tenir entre eux une juste balance. Les documens statistiques

sont indispensables dans ces sortes de questions. Eux seuls peuvent constater, par le témoignage irrécusable des faits, les besoins réciproques de ces intérêts divers.

Les considérations qui précèdent indiquent assez combien il est désirable d'avoir une bonne statistique des mines et des usines. Ce travail se prépare dans tous les départemens par les soins des ingénieurs. Conçu dans des vues d'ensemble et dans un but d'utilité générale, il réalisera, on peut l'espérer, les avantages qu'on doit en attendre.

De Cheppe,

Chef de la division des mines.

Direction générale des ponts et chaussées et des mines.

Produit des usines à fer de France pendant la campagne 1830—1831.

Supplément au tableau inséré dans la 6e. *livraison des* Annales des mines *de l'année* 1832.

FEUX ET ATELIERS.	NOMBRE des feux et ateliers		TOTAL.
	en activité.	en non-activité.	
Lavoirs à bras	1750	281	2.031
Bocards à mines	72	12	84
Patouillets	308	23	331
Fourneaux de grillage	22	9	31
Hauts-fourneaux au coke	29	4	33
Hauts-fourneaux au charbon de bois	379	74	453
Bocards pour les crasses et laitiers	177	30	207
Fourneaux à reverbère pour la fonte moulee de 2e. fusion	74	21	95
Fourneaux à la Wilkinson	114	13	127
Ateliers de moulage	147	16	163
Bancs de forerie	73	10	83
Batteries de boulets	5	1	6
Mazeries ordinaires	51	10	61
Affineries au charbon de bois	779	167	946
Chaufferies d'affineries au charbon de bois	124	31	155
Foyers à la bergamasque	13	»	13
Fineries ou mazeries à l'anglaise	15	3	18
Fourneaux à pudler	166	43	209
Chaufferies pour l'affinage à la houille	97	12	109
Fours à riblons	5	1	6
Laminoirs à barreaux	85	6	91
Affineries pour la conversion de la fonte en acier	94	7	101
Foyers à la catalane, etc	97	4	101
Fours de cementation	26	6	32
Fourneaux pour l'acier fondu	56	»	56
Feux de martinets pour l'acier	98	5	103
Feux de martinets pour le fer	171	49	220
Feux de fenderie	109	24	133
Machines à fendre	112	24	136
Spatards	83	25	108
Chaufferies pour les petits fers à l'anglaise	25	10	35
Laminoirs à barreaux pour les petits fers à l'anglaise	48	8	56
Chaufferies de tireries	27	»	27
Bancs à tirer	23	2	25
Chaufferies de tréfileries	52	7	59
Bobines	886	48	934
Chaufferies de platineries	17	5	22
Marteaux à platiner	33	4	37
Chaufferies de tôleries ordinaires	81	10	91
Laminoirs de tôleries ordinaires	40	3	43
Chaufferies de tôleries à l'anglaise	41	1	42
Laminoirs de tôleries à l'anglaise	39	1	40
Ferblanteries	9	2	11
Chaufferies pour les ancres	7	»	7
Martinets pour les faulx	30	1	31
Fabriques de limes	20	3	23

Direction générale des ponts et chaussées et des mines.

TABLEAU de la production des mines de France pendant l'année 1831.

ESPÈCE DES MINES.	Nombre des mines.	Étendue de la surface concédée, ou dont la concession est demandée.	Nombre d'ouvriers.	PRODUIT BRUT en quintaux métriques.		VALEUR du produit brut, en francs.
SUBSTANCES MÉTALLIQUES.		KIL. CAR.				
ntimoine.	14	87,57	120	Antimoine fondu.	820,15	50.663,67
uivre	8	269,87	297	Cuivre brut noir.	2.297,50	413.750,»
er. Mines et minières concédées ou concessibles	117	1.002,587	9.742	Minerai brut et non lavé. . . .	17.843.696 (1)	4.127.995,21
er. Mines et minières non sujettes à concession, 447.	»					
langanèse	8	11,24	60	. . . .	4.904,51	53.325,68
r.	1	0,49	»	. . . .	»	»
lomb et argent. .	32	593,53	1.103	Schlich.	230,»	4.600
				Alquifoux	821,»	30.140,»
				Litharge.	1.691,75	78.641,»
				Argent.	20,56056	448.713,»
				Plomb.	4.960,»	175.134,»
				Galene.	650,»	14.200,»
inc.	1	6,80	»	. . . .	»	»
SUBSTANCES COMBUSTIBLES.						
nthracite.	24	217,72	399	. . . .	310.982,50	418.167,57
louille	203	2.827,83	13.796	. . . .	14.244.908,83	13.736.322,91
louille brune. . .	14	185,43	103	. . . .	31.925,»	47.708,35
ignite	48	543,66	684	. . . .	501.203,96	445.370,08
chiste-carbo-bitumineux.	2	0,65	12	. . . .	3.000,»	30.840,»
itumes.	5	197,02	160	Bitume.	186,»	8.370,»
				Grès bitumineux en plaques. . .	250,»	2.000,»
				Pétrole.	710,»	56.800,»
				Mastic.	1.040,»	13.520,»
lombagine. . . .	1	1,45	»	. . . .	»	»
SUBSTANCES SALINES.						
lun.	1	0,51	»	. . . .	»	»
lun et couperose.	6	130,23	388	Couperose. . . .	12.170,»	115.326,»
				Alun.	12.196,»	352.865,»
ouperose.	3	14,21	25	. . . .	335,16	5.362,»
Total général. .	488 (2)	6,090,737	26,883			20.629.814,47

(1) Cette production se rapporte à l'année de forge commençant au 1er. juillet 1831 et finissant au 30 juin 1832.

(2) Ce chiffre ne comprend que les mines concédées ou concessibles. On a vu dans la 1re. colonne, qu'il y a en outre 447 mines et minières non sujettes à concession

Direction générale des pont

TABLEAU du produit des usines à fer de
(L'année de forge commençant le

FEUX ET ATELIERS.	NOMBRE des feux et ateliers.		TOTAL.
	en activité.	en non-activité.	
Lavoirs à bras	1,787	393	2,180
Bocards à mines	71	10	81
Patouillets	244	35	279
Fourneaux de grillage	21	14	35
Hauts-fourneaux au coke	22	14	36
Hauts-fourneaux au charbon de bois	360	94	454
Bocards pour les crasses et laitiers	172	31	203
Fourneaux à réverbère pour la fonte moulée de 2e. fusion	65	30	95
Fourneaux à la Wilkinson	112	20	132
Ateliers de moulage	150	30	180
Bancs de forerie	57	6	63
Batteries de boulets	9	1	10
Mazeries ordinaires	48	15	63
Affineries au charbon de bois	859	181	1,040
Chaufferies d'affineries au charbon de bois	59	10	69
Foyers à la bergamasque	13	2	15
Fineries ou mazeries à l'anglaise	14	4	18
Fourneaux à pudler	164	62	226
Chaufferies pour l'affinage à la houille	90	28	118
Fours à riblons	5	2	7
Laminoirs à barreaux	85	9	94
Affineries pour la conversion de la fonte en acier	82	13	95
Foyers à la catalane, etc.	92	10	102
Fours de cémentation	26	6	32
Fourneaux pour l'acier fondu	57	»	57
Feux de martinets pour l'acier	94	7	101
Feux de martinets pour le fer	162	54	216
Feux de fenderie	110	25	135
Machines à fendre	103	22	125
Spatards	67	26	93
Chaufferies pour les petits fers à l'anglaise	30	12	42
Laminoirs à barreaux pour les petits fers à l'anglaise	49	8	57
Chaufferies de tireries	25	2	27
Bancs à tirer	17	1	18
Chaufferies de tréfileries	54	5	59
Bobines	756	48	804
Chaufferies de platineries	23	4	27
Marteaux à platiner	15	3	18
Chaufferies de tôleries ordinaires	88	28	116
Laminoirs de tôleries ordinaires	46	14	60
Chaufferies de tôleries à l'anglaise	28	2	30
Laminoirs de tôleries à l'anglaise	38	»	38
Ferblanteries	23	3	26
Chaufferies pour les ancres	5	»	5
Martinets pour les faulx	23	6	29
Fabriques de limes	21	2	23

OBSERVATION.

Ces feux et ateliers composent 1246 établissemens distincts; 23,875 ouvriers ont été employés dans l'enceinte même de ces établissemens.

Un nombre plus considérable d'ouvriers est employé, hors des établissemens, à l'exploitation des bois, à la fabrication du charbon, aux transports, etc.

et chaussées et des mines.

France pendant la campagne 1831—1832.
1er juillet et finissant le 30 juin.

ESPÈCE DES PRODUITS.	QUANTITÉ intégrale sans aucune défalcation pour raison de transformations ultérieures.	VALEUR.
	quint. mét.	francs.
Fonte brute au coke	(1) 292.195	(1) 3.934.479
—— au charbon de bois	1.574.380	25.811.598
—— dite bocage	17.553	189.835
Totaux pour les trois sortes de fonte brute.	1.884.128	29.935.912
Fonte moulée de 1re. fusion au coke	(1) 17.410	(1) 400.280
—— —— au bois	330.962	9.705.798
Totaux pour les deux sortes de fontes de 1re. fusion	348.372	10.106.078
Fonte moulée de seconde fusion	105.815	5.239.560
Fonte mazée	305.977	6.338.548
Fer de toutes formes immédiatement obtenu par l'affinage de la fonte au charbon de bois	870.878	40.581.354
Fer de toutes formes immédiatement obtenu par l'affinage de la fonte à la houille	375.751	13.832.875
—— obtenu directement du minerai	89.829	3.539.406
Totaux pour les trois sortes de fer	1.336.458	57.953.635
Acier de forge obtenu de la fonte	23.929	1.748 076
—— obtenu directement du minerai	3.514	162.508
Acier de cémentation	23.184	1.674.006
Acier fondu	1.689	291.755
Acier corroyé	23.094	2.965.340
Acier damassé	10	13.500
Fer martiné de toutes formes	76.192	4.542 544
Fer fendu et vergine	203.630	9.672.098
Feuillard	48.561	2.701.780
Petit fer de toutes formes obtenu par le laminoir à barreaux	97.806	4.456.679
Fer de tirerie	60.310	3.561.616
Fil de fer	63.751	5.118.281
Fil d'acier	»	»
Tôle de fer grosse	55.683	3.722.558
—— fine	36 765	2.574.043
Tôle d'acier	1.357	323.820
Fer-blanc	21.985	2.189.547
Ancres	1.480	222.000
Faulx	pièces 274.466	641.417
Faucilles	id. 200	300
Limes	»	1.519.162

OBSERVATION.

La consommation en combustible pour les divers produits ci-dessus a été de
5.008.644 quint. mét., charbon de bois.
3.240.192 — *id.* houille et coke.

(1) Dans ces produits, on a compris ceux de certains hauts-fourneaux du Cher et de la Moselle qui fondent au coke et au charbon de bois.

Direction générale des ponts et chaussées et des mines.

TABLEAU de la production de la fonte brute, de la fonte moulée et du fer pendant les années de forge 1824—1825 *à* 1831—1832. (L'année de forge commence le 1er. juillet et finit le 30 juin.)

ANNÉES DE FORGE.	FONTE BRUTE			FONTE MOULÉE.		FER			
	AU COKE	AU BOIS.	TOTAL.	1re. FUSION.	2e. FUSION.	AU BOIS.	A LA HOUILLE.	DES FORGES CATALANES.	TOTAL.
	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.	q. m.
1824—1825	53.000	1.671.799	1.724.799	251.200	110.000	902.405	421.011	93.470	1.416.896
1825—1826	35.026	1.704.243	1.739.269	256.063	122.121	960.710	400.370	93.000	1.454.080
1826—1827	76.343	1.812.210	1.888.553	242.645	106.583	971.181	411.288	93.424	1.474.893
1827—1828	171.005	1.847.792	2.018.797	251.198	124.757	951.274	476.116	94.471	1 521.881
1828—1829	260.395	1.719.708	1.980.103	274.039	114.343,58	944.170	495.844	100,664	1.539.223
1829—1830	282.549	1.581.009	1.863.558	269.765	126.796	944.657	517.506	96.426	1.558.589
1830—1831	259.513	1.744.418	2.003.931	352.038	144.098	912.453	419.590	101.096	1.433.139
1831—1832	292.195	1.591 933	1.884.128	348.372	105.815	870.878	375.751	89.829	1.336.458

NOTICE

Nécrologique sur M. Jabin.

Un accident déplorable vient d'enlever au corps des mines un de ses membres les plus actifs et les plus capables, dans la personne de Pierre-Félix Jabin, ingénieur ordinaire et professeur de minéralurgie et docimasie à l'école de Saint-Étienne.

Personne peut-être, dans une carrière aussi courte que celle de notre malheureux camarade, n'a éprouvé autant et de si cruels chagrins, et pourtant personne plus que lui n'a mérité d'être heureux. Pendant le temps qu'il passa aux écoles polytechnique et des mines, une santé languissante rendit déjà très-pénibles pour lui des études qui furent néanmoins suivies d'un succès distingué. Envoyé à l'école de Saint-Etienne en qualité de professeur, après sa nomination au grade d'aspirant, il fut encore souffrant et maladif pendant deux ans, et ne put trouver que dans l'ardeur naturelle à son caractère la force de surmonter assez son mal pour remplir les fonctions dont il s'acquitta toujours avec autant de talent que d'exactitude.

Lorsqu'enfin sa santé se raffermit un peu, d'autres sujets de chagrins vinrent l'assaillir. Sa mère était depuis long-temps frappée de cécité; une sœur qu'il chérissait était atteinte d'une maladie chronique qui donnait chaque jour des inquiétudes de plus en plus vives à sa famille. L'espoir qu'un

climat chaud rétablirait la santé de sa fille, et des intérêts privés avaient décidé son père, ancien colonel de la garde du vice-roi d'Italie, à se séparer de ses deux fils pour se réunir à la famille de son épouse qui résidait à Bellune.

Notre camarade chercha des distractions à ses chagrins, et un remède à la maladie dont il souffrait encore, dans les occupations actives de l'industrie. Il dirigea une verrerie et ensuite des mines de houille. On commençait alors à substituer au carbonate de soude, dans la fabrication du verre, un mélange de sulfate de soude et de charbon; mais il arrivait très-souvent que l'addition d'une quantité de charbon trop considérable donnait lieu à la production d'un sulfure de soude qui noircissait le verre. Jabin fit des essais qui réussirent complétement sur les meilleures proportions de charbon et de sulfate, et fixa ainsi un point important de la fabrication. Les personnes qui ont été alors en rapport avec lui savent quel désintéressement et quelle délicatesse il apporta dans ses relations avec elles. Le rédacteur de cette notice ne peut se rappeler qu'avec un cœur navré les rêves de bonheur que Jabin lui confiait alors, et qui devaient être si promptement et si horriblement déçus. Enfin, sa santé s'étant tout-à-fait rétablie, il songea à se marier. Huit jours après le mariage, Mme. Jabin fut prise dans l'après-midi par de violentes coliques et des vomissemens. Tous les soins des médecins appelés furent impuissans. La crise avait commencé vers cinq heures du soir; à trois heures du matin cette jeune femme avait cessé de vivre, laissant sa pauvre mère et son mari dans un désespoir impossible à décrire.

Un mois d'accablement complet suivit cette

affreuse catastrophe. Ensuite Jabin, comme pour s'étourdir, se livra avec une sorte de frénésie à ses travaux de professeur à l'école, et à ses occupations industrielles. Un autre coup vint encore le frapper avant l'expiration de cette année si funeste pour lui. « Je suis plongé, m'écrivait-il le 26 novembre 1832, dans un nouveau chagrin; la mort d'une sœur chérie a mis le comble aux malheurs qui ont tout-à-fait décoloré mon existence. Je travaille à force pour ne pas me livrer à l'accablement. »

La mort qu'il semblait chercher n'a été que trop prompte à venir. Jabin dirigeait depuis quelque temps la mine de *Bérard*, située près de la ville de Saint-Étienne, et avait fait établir, pour l'extraction de la houille, une machine à vapeur à haute pression, qui avait fonctionné autrefois sur les bateaux remorqueurs du Rhône. La pose en était terminée. Il vint sur le puits le dimanche soir 31 mars pour l'essayer. Sa belle-mère, qui l'avait accompagné, venait de le quitter. Il fit mettre en activité la machine qui élevait une tonne du fond du puits. Quand la tonne fut arrivée au-dessus du niveau du sol, soit que le mécanisme fît une fausse manœuvre, soit qu'il ne tirât pas avec assez de force les manches qui devaient changer la position des tiroirs qui règlent l'entrée de la vapeur, la machine ne fut point arrêtée et continua de tourner dans le même sens. Jabin, voyant la tonne près d'arriver à la poulie, courut fermer le robinet d'admission de la vapeur, puis se précipita sur le frein du volant de la machine. Malgré cela, le mouvement continua; la tonne arrivée à la poulie, la chaîne d'attache se rompit, et le bout demeuré attaché au câble vint frapper sur le crâne de notre malheureux camarade. Il tomba sur le coup.

Un ouvrier se précipita sur lui pour l'enlever : on dit qu'à ce moment la chaîne vint le frapper une seconde fois, après une nouvelle révolution du tambour. Il ne donnait aucun signe de vie. Les médecins, les ingénieurs des mines résidans à Saint-Étienne accoururent sur le lieu de l'accident. Tout soin était désormais inutile. Jabin meurt à l'âge de trente-un ans, six mois après sa sœur, moins de dix-huit mois après sa jeune épouse.

Sans les malheurs qui ont abîmé sa vie et en ont abrégé le cours, le camarade, à la mémoire duquel nous consacrons ces lignes qui n'expriment que faiblement nos regrets et notre vive amitié, eût été certainement un des membres les plus distingués du corps des mines. Ses leçons à l'école des mineurs de Saint-Étienne, sur la minéralurgie, sont très-complètes et annoncent beaucoup de travail et de sagacité ; elles ont été lithographiées pour les élèves. Il avait fait en outre des essais nombreux et un travail étendu sur les houilles exploitées à Saint-Étienne et dans d'autres localités qu'il avait examinées, principalement sous le rapport des usages auxquels chaque variété est spécialement propre dans les arts industriels. Le résultat de ses recherches n'a point encore été imprimé.

Mais il possédait surtout au plus haut degré, ce qui vaut mieux encore que le talent, les qualités du cœur qui commandent l'estime et l'affection. A l'école des mines, quoique malade lui-même, il avait prodigué ses soins et ses veilles à notre camarade Bochaton, qui succomba après une longue maladie. Lors de l'événement arrivé le 2 février 1831 à la mine du Bois-Mouzil, il passa dans le fond de la mine toutes les nuits depuis le vendredi jusqu'au lundi suivant, occupé à sur-

veiller et diriger les travaux de la galerie qui procura la délivrance des ouvriers enfermés par les eaux, prenant ainsi la partie la plus pénible de la tâche partagée par tous les ingénieurs résidant à Saint-Étienne. En toute occasion il se conduisait de même, et toute sa vie est pleine de preuves de désintéressement, de générosité, d'ardeur pour le bien, de dévouement le plus complet à sa famille et à ses amis. Son souvenir ne s'éteindra dans la mémoire d'aucun d'eux, et sa mort prématurée laisse, à tous ceux qui l'ont connu, les regrets les plus vifs et les plus légitimes.

CH. COMBES.

TABLEAUX DU PERSONNEL

DU

CORPS DES MINES.

CONSEIL GÉNÉRAL, PRÉSIDÉ PAR M. LE MINISTRE DU COMMERCE ET DES TRAVAUX PUBLICS, ET, EN SON ABSENCE, PAR LE DIRECTEUR GÉNÉRAL DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES.

Nota. MM. les inspecteurs généraux présens au conseil y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.
Le baron Héron de Villefosse O. ⁂, rue de la Chaussée-d'Antin, n°. 45.
Cordier O. ⁂, maître des requêtes, au Jardin des Plantes.
Beaunier O. ⁂, maître des requêtes, rue Thérèse, n°. 9.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.
Brochant de Villiers O. ⁂, rue Saint-Dominique-Saint-Germain, n°. 71.
de Bonnard ⁂, quai Malaquais, n°. 19.
. . . .
Migneron ⁂, ingénieur en chef, secrétaire du Conseil général.

Commission des machines à vapeur.

MM.
Le baron de Prony O. ⁂, inspecteur général des ponts et chaussées.
Cordier O. ⁂, inspecteur général des mines, rapporteur de la commission.
de Bonnard ⁂, inspecteur général des Mines.
Mallet ⁂, inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées.
Navier ⁂, ingénieur en chef des ponts et chaussées.
Trémery ⁂, ingénieur en chef des mines.
Lamé ⁂, ingénieur ord. 1 cl. des mines.

Commission des Annales des mines.

MM.
Héron de Villefosse O. ✱, inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, président.

Cordier O. ✱, inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.

Beaunier O. ✱, inspecteur général des mines, directeur de l'École des mineurs de Saint-Étienne.

Brochant de Villiers O. ✱, inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de minéralogie et de géologie.

De Bonnard ✱, inspecteur général des mines.

Lefroy ✱, ingénieur en chef des mines, inspecteur des études de l'École des mines.

Berthier ✱, ingénieur en chef des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de chimie.

Guenyveau ✱, ingénieur en chef des mines, professeur de métallurgie.

Migneron ✱, ingénieur en chef des mines, secrétaire du conseil général des mines.

Élie de Beaumont ✱, ingénieur des mines, professeur adjoint pour la géologie.

Combes ✱, ingénieur des mines, professeur d'exploitation des mines.

De Cheppe ✱, chef de la division des mines.

Dufrénoy ✱, ingénieur des mines, professeur adjoint pour la minéralogie, secrétaire de la commission.

Le Play, ingénieur des mines, secrétaire-adjoint de la commission.

M. Le Play est spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.

Inspections.

NUMÉROS et désignation des inspections.	Numéros des arrondissemens d'ingénieurs en chef.	DÉPARTEMENS qui composent CHAQUE INSPECTION.	INSPECTEURS GÉNÉRAUX.
1. Paris.	1	Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Eure-et-Loir, Loiret.	MM. Héron de Villefosse O. ⁂.
	2	Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Deux-Sèvres, Vienne, Indre, Haute-Vienne, Creuze, Corrèze.	
	3	Vendée, Maine-et-Loire, Mayenne, Sarthe, Loire-Inférieure, Morbihan, Finistère, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine.	
2. Abbeville. . .	4	Manche, Orne, Calvados, Eure, Seine-Inférieure.	De Bonnard ⁂.
	5	Oise, Aisne, Somme.	
	6	Pas-de-Calais, Nord.	
	7	Meuse, Marne, Ardennes. . .	
3. Dijon.	8	Moselle.	Brochant de Villiers O. ⁂.
	9	Bas-Rhin, Meurthe, Vosges, Haut-Rhin, Haute-Saône. .	
	10	Haute-Marne, Aube, Yonne, Côte-d'Or.	
	11	Nièvre, Cher, Allier, Saône-et-Loire.	
4. S^t.Étienne. .	12	Loire, Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire.	Beaunier O. ⁂.
	13	Doubs, Jura, Rhin, Rhône. .	
	14	Isère, Drôme, Hautes-Alpes, Basses-Alpes, Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse.	
	15	Corse.	
5. Montpellier.	16	Gard, Ardèche, Lozère, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales.	Cordier O. ⁂.
	17	Arriège, Haute-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne, Gers, Hautes-Pyrénées, Basses-Pyrénées, Landes.	
	18	Lot-et-Garonne, Gironde, Charente-Infér., Charente, Dordogne, Lot, Aveyron. .	

Service ordinaire des ingénieurs des mines dans les arrondissemens (1833.)

Arrondissemens d'ingénieur en chef.	RÉSIDENCES.	NOMS.	GRADES.	DÉPARTEMENS dont ils sont chargés.
		MM.		
1er. arrond.	Paris.	Héricart de Thury.	Ing. en chef, dir., 1 cl.	Seine, Seine-et-Oise, Seine-et-Marne, Eure-et-Loir, Loiret.
	Paris.	Trémery.	Ing. en chef, 1 cl.	Seine.
	Paris.	Poirier St.-Brice.	Ing. ord., 1 cl.	Seine-et-Oise, Eure-et-Loir, Loiret.
	Paris.	Dufrénoy.	Ing. ord., 1 cl.	Seine-et-Marne.
2e. arrond.	Guéret.	Furgaud.	Ing. en chef, 2 cl.	Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Deux-Sèvres, Vienne, Indre, Haute-Vienne, Creuse, Corrèze.
	Tours.	Sagey.	Ing. ordin., 2 cl.	Loir-et-Cher, Indre-et-Loire, Indre.
3e. arrond.	Angers.	Chéron.	Ing. ord., 1 cl. fais. fonct. d'ing. en ch.	Vendée, Maine-et-Loire, Mayenne, Sarthe, Loire-Inférieure, Morbihan, Finistère, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine.
	Nantes.	Lorieux.	Ing. ord., 2 cl.	Loire-Inférieure, Morbihan, Finistère.
	Rennes.	Blavier.	Ing. ord., 2 cl.	Mayenne, Côtes-du-Nord, Ille-et-Vilaine.
4e. arrond.	Caen.	Hérant.	Ing. en chef, 1 cl.	Manche, Orne, Calvados, Eure, Seine-Inférieure.
	Rouen.	Saint-Léger.	Ing. ord., 2 cl.	Eure, Seine-Inférieure.
5e. arrond.	Laon.	Cocquerel.	Ing. en chef, 2 cl.	Oise, Aisne, Somme.
	Beauvais.	Bineau.	Ing. ord., 2 cl.	Oise.
6e. arrond.	Arras.	Garnier.	Ing. en chef, 2 cl.	Pas-de-Calais.
	Douai.	Clere.	Ing. en chef, 2 cl.	Nord.
	Valenciennes.	Bondousquié.	Ing. ord., 2 cl.	Nord.
7e. arrond.	Douai.	Clere.	Ing. en chef, 2 cl.	Meuse, Marne, Ardennes.
	Mezieres.	De Hennezel.	Aspirant.	Meuse, Ardennes.
8e. arrond.	Strasbourg.	Voltz.	Ing. en chef, 2 cl.	Moselle.
	Metz.	Drouot.	Ing. ord., 2 cl.	Moselle.
9e. arrond.	Strasbourg.	Voltz.	Ing. en chef, 2 cl.	Bas-Rhin, Meurthe, Vosges, Haut-Rhin, Haute-Saône.
	Strasbourg.	De Billy.	Ing. ord., 2 cl.	Meurthe, Vosges, Haut-Rhin.
	Vesoul.	Thirria.	Ing. ord., 1 cl.	Haute-Saône.

Arrondissemens d'ingénieur en chef.	RÉSIDENCES.	NOMS.	GRADES.	DÉPARTEMENS. dont ils sont chargés.
		MM.		
o°. arrond.	Chaumont.	Roussel Galle.	Ing. ord. 1 cl., fais. fonct. d'ing. en ch.	Haute-Marne, Aube, Yonne, Côte-d'Or.
	Langres.	Duhamel.	Ing. ord., 2 cl.	Haute-Marne, Aube.
	Dijon.	Payen.	Ing. ord., 2 cl.	Yonne, Côte-d'Or.
1°. arrond.	Moulins.	Gabé.	I. o., 1 c., f. f. in. c.	Nièvre, Cher, Allier, Saône-et-Loire.
	Nevers.	Delamotte.	Aspirant.	Nièvre, Cher.
	Chál.-sur-Saône.	Coste.	Ing. ord., 2 cl.	Saône-et-Loire.
1°. arrond.	Saint-Étienne.	Delsériès.	I. o., 1 c., f. f. in c.	Loire.
	Saint-Étienne.	. . . . . .	. . . . .	Loire.
	Clermont.	Burdin.	I. o., 1 cl., f. f. in c.	Puy-de-Dôme, Cantal, Haute-Loire.
	Clermont.	Baudin.	Aspirant.	Haute-Loire, Cantal.
e. arrond.	Lyon.	Puvis.	Ing. en chef, 2 cl.	Doubs, Jura, Ain, Rhône.
	Besançon.	Parrot.	Ing. ord., 1 cl.	Doubs, Jura.
e. arrond.	Grenoble.	Gueymard.	Ing. en chef, 2 cl.	Isère, Drôme, Hautes-Alpes, Basses-Alpes, Var, Bouches-du-Rhône, Vaucluse.
	Grenoble.	Gras.	Ing. ord., 2 cl.	Drôme, Hautes-Alpes, Basses-Alpes.
	Marseille.	De Villeneuve.	Ing. ord., 2 cl.	Var, Vaucluse, Bouches-du-Rhône.
e. arrond.	Ajaccio.	Garella.	Ing. ord. 2 cl.	Ile de Corse.
e. arrond.	Alais.	Thibaud.	I. o., 1 c., f. f. in c.	Gard, Ardèche, Lozère, Hérault, Aude, Pyrénées-Orientales.
	Alais.	Varin.	Ing ord., 2 cl.	Ardèche, Lozère.
	Carcassonne.	Vène.	Ing. ord., 2 cl.	Aude, Pyrénées-Orientales.
. arronn.	Toulouse.	D'Aubuisson.	Ing. en chef. 1 cl.	Arriège, Haute-Garonne, Tarn, Tarn-et-Garonne, Gers, Hautes-Pyrénées, Basses-Pyrénées, Landes.
	Vicdessos.	Reverchon.	Ing. ord. 2 cl.	Arriège.
	Mont-de-Marsan.	Lefebvre.	Ing. ordinaire, 1 cl.	Gers, Hautes-Pyrénées, Basses-Pyrénées, Landes.
. arrond.	Toulouse.	D'Aubuisson.	Ing. en chef, 1 cl.	Lot-et-Garonne, Gironde,
	Mont-de-Marsan	Lefebvre.	Ing. ordinaire, 1 cl.	Gironde.
	Ville-Franche.	Manès.	I. o., 1 cl., f. f. in c.	Lot, Aveyron.
	Guéret.	Furgaud.	Ing. en chef, 2 cl.	Charente-Inférieure, Charente, Dordonge.
	Périgneux.	Marrot.	Ing. ord... 2 cl.	Charente-Inférieure. Charente, Dordogne.

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Résidences.	Noms.	Grades.
	Carrières de Paris.	
	MM.	
Paris.	Trémery ✻.	ing. en ch. d. n. 1er. arr. insp. gén.
Paris.	Allou.	ing. ord. 1 cl. insp. part.
Paris.	Poirier St.-Brice.	ing. ord. 1 cl. insp. part.
	Manufacture royale des porcelaines de Sèvres.	
Sèvres.	Brongniart ✻.	ing. en ch. 1 cl. administrateur.
	Ecole Polytechnique.	
Paris.	Lamé ✻.	ing. ord., 1 cl.
	Salines et mines de sel de l'Est.	
Dieuze.	Levallois.	ing. ord. 1 cl.
	Service particulier.	
	Mines de Poullaouen. (Finistère.)	
Poullaouen.	Juncker ✻.	ing. ord., 1 cl.

Ingénieurs en service hors de France.

M. de Monlevade, aspirant. (Brésil.)

INGÉNIEURS EN RÉSERVE OU EN CONGÉ.

MM. Moisson Desroches.	ing. en ch. 2 cl.
Leboullenger.	ing. ord., 1 cl.
Lambert.	ing. ord., 2 cl.
Transon.	ing. ord., 2 cl.
Chevalier.	ing. ord., 2 cl.
Reynaud.	ing. ord., 2 cl.
Delaplanche.	ing. ord., 2 cl.

ÉCOLE DES MINES.

Rue d'Enfer, n°. 34, hôtel Vendôme.

MM. *Professeurs.*

Brochant de Villiers O. ✻, insp. gén., d. n. (Minéral. et Géologie).
Dufrénoy ✻, ing. ord. 1 cl., d. n., prof. suppléant (Minéralogie).
Élie de Beaumont ✻, ing. ord., 1 cl, prof. suppléant (Géologie).
Berthier ✻, ing. en chef, 1 cl., (Docimasie.)
Combes ✻, ing. ord., 1 cl. (Exploitation)
Guenyveau ✻, ing. en chef, 2 cl. (Minéralurgie.)
Lefroy ✻, ing. en chef, 1 cl., insp. des études et bibliothécaire.
Girard, professeur de dessin et de géométrie descript. appliquée.
Lefroy ✻, ing. en chef, d. n., chargé de la garde et conservation des collections minéralogique et géologique.
Dufrénoy ✻, ing. ord., d. n., conservateur-adjoint.
Élie de Beaumont ✻, ing. ordin., d. n., conservateur-adjoint de la collection géologique.
Berthier ✻, ing. en chef, d. n., chef du laboratoire.
Le Play, ing. ord., 2 cl., attaché au laboratoire.

Coste, aide du laboratoire.
Blanc, *médecin.*
Peltier, gardien des collections.
Pontois, expéditionnaire.
Adelmann, employé aux collections et à la carte géolog. de France.

Élèves des mines.

MM. 1re. classe.	MM. 2e. classe.
de Sénarmont (Hureau).	Lambert (Ch.-Jos.-Émile.)
Gruner.	François.
Harlé.	Diday.
Foy.	de Fourcy (Lefebure).
Senez.	Dusouich (Judas).
Boulanger.	Mœvus.
Martha.	Regnault.
de Montmarin.	Chatelus.
Le Cocq.	

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE (*Loire.*)

MM.
Beaunier O. ✻, insp. gén. d. n., (*directeur.*)
Delsériès ✻, ing. ord., 1 cl., d. n., (*directeur-adjoint*).

Professeurs.

Fénéon, ing. ord., 2 cl., (Minéralogie et géologie).
Gervoy ✻, ing. ord., 2 cl., (Prép. mécan., mécan. et machines.)
Clapeyron ✻, ing. ord., 1 cl. (Exploitation et constructions.)
Malinvaud, aspirant. (Chimie et métallurgie).
Ferrand, répétiteur surveillant des études, professeur de mathématiques élémentaires.
Frichoux, répétiteur de chimie, préparateur.

TABLEAU, PAR ANCIENNETÉ DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ.

Inspecteurs généraux de 1re. classe.

27 avril 1832.

Héron de Villefosse.	Beaunier.
Cordier.	

Inspecteurs généraux de 2e. classe.

27 avril 1832.

Brochant de Villiers	de Bonnard.

Ingénieurs en chef de 1re. classe.

2 août 1828.

Héricart-Ferrand de Thury.	Brongniart.
d'Aubuisson de Voisins.	Lefroy.

1er. mai 1832.

Trémery.	Berthier.
Hérault.	

Ingénieurs en chef de 2e. classe.

26 mai 1824.

Guenyveau.	Clère.
Migneron.	Furgaud.

30 janvier 1828.

Puvis.	Garnier.
Voltz.	

27 avril 1832.

Moisson Desroches.	Gueymard.
Cocquerel.	

Ingénieurs ordinaires de 1re. classe.

4 janvier 1823.

Allou.

5 juin 1824.

Leboullenger.
Chéron.
Roussel Galle.

12 février 1825.

Delsériès.

2 août 1828.

Gabé.
Burdin.

27 avril 1832.

Poirier Saint-Brice.
Lefebvre.
Juncker.
Parrot.
Dufrenoy.
Thibaud.
Lamé.
Thirria.
Clapeyron.
Manès.
Levallois.
Elie de Beaumont.
Combes.

Ingénieurs ordinaires de 2e. classe.

27 avril 1825.

Marrot.
Lorieux.
Guillot-Duhamel
Fournel.

23 août 1826.

de Saint-Léger.
Blavier.

2 mai 1827.

de Billy.

2 juillet 1828.

Fénéon.
Payen.
Sagey.
Delaplanche.

6 mai 1829.

de Villeneuve.
Drouot.
Varin.
Boudousquié.
Vène.
Lambert (Charles-Joseph).

4 juillet 1830.

Chevallier.
Reynaud.
Coste.
Bineau.
Transon.

25 octobre 1832.

Le Play.
Gras
Gervoy.

1er. janvier 1833.

Reverch
Garella.

Aspirans-Ingénieurs.

1er. avril 1817.

Dissande-Monlevade.

16 mai 1832.

Malinvaud.
de Hennezel.
Vergnette de Lamotte.
de Boureuille.
Baudin.

iste générale et alphabétique des ingénieurs des mines.

A

u, O., Carrières de Paris.
uisson (d') ✠, ing. en ch. 17ᵉ. 18ᵉ. arr.

B

lin, asp., 12ᵉ. arr.
mont (Élie de) ✠, O. École s mines.
nier O. ✠, insp. g. (4ᵉ. insp.) école des mineurs.
hier ✠, ing. en ch. École des nes.
(de), O. 9ᵉ. arr.
ın, O. 5ᵉ. arrond.
ier (Edouard), O. 3ᵉ. arr.
ard (de) ✠, inspect. gén ᵉ. insp.)
ousquié ✠, O., 6ᵉ. arr.
ınger, élève.
euille (de), asp. Seine.
ıant de Villiers O. ✠, insp. ı. (3ᵉ. insp.) et Éc. des mines.
gniart ✠, ing. en ch. Man. Sèvres. S. ex.
in ✠, O., 12ᵉ. arr.

C

lus, élève.
on, O. 3ᵉ. arr.
ılier, O., en congé.
yron, ✠ O., École des mineurs.
✠, ing. en ch., 6ᵉ. et 7ᵉ. arr.
ıerel ✠, ing. en chef, 5ᵉ. arr.
es ✠, O., École des mines.
er, O. ✠ insp. gén. (5ᵉ. insp.)
, O. 11ᵉ. arr.

D

ıotte, asp., 11ᵉ. arr.
lanche, O., en pays étranger.
riès ✠, O., 12ᵉ. arr. et École mineurs.
, élève.
Drouot, O. 8ᵉ. arr.
Dufrenoy, ✠ O. 1ᵉʳ. arr., École de mines.
Duhamel, O., 10ᵉ arr.
Dusouich (Judas) élève.

F

Fénéon, O., École des mineurs de Saint-Etienne.
Fourcy (Lefebure de) élève.
Fournel, O.
Foy, élève.
François, élève.
Furgaud ✠, ing. en ch., 2ᵉ. et 18ᵉ. arr.

G

Gabé, O. 11ᵉ. arr.
Garella (Félix), ing. ord., 2 cl. Corse.
Garnier ✠, ing. en ch. 6ᵉ. arr.
Gervoy ✠, O., École des mineurs.
Gras, O. 14ᵉ. arr.
Gruner, élève.
Guenyveau ✠, ing. en ch. Ecole des mines.
Gueymard ✠, ing. en chef, 14ᵉ. arr.

H

Harlé, élève.
Hennezel (de), asp., 7ᵉ. arr.
Hérault ✠, ing. en ch. 4ᵉ. arr.
Héricart Ferrand de Thury (vic.) O. ✠, ing. en ch. dir 1ᵉʳ. arr.

J

Juncker ✠, O. Serv. part. Mines de Poullaouen (Finistère.)

L

Lambert (Ch.-Jos.-Émile), élève.
Lambert (Ch.-Jos.), O. Réserve.

Lamé ✻, O. École polythnique.
Leboullenger, O. Réserve.
Lecocq, élève.
Lefebvre, O. 17e. et 18e. arr.
Lefroy ✻, ing. en ch. Ecole.
Le Play, O. Ecole.
Levallois, O. S. ex.
Lorieux, O. 3e. arr.

M

Malinvaud, asp. École des mineurs.
Manès, O., 18e. arr.
Montmarin (Marin de) élève.
Marrot, O., 18e. arr.
Martha, élève.
Migneron ✻, ing. en ch., secrétaire du conseil gén.
Mœvus, élève.
Moisson-Desroches, ing. en ch. Réserve.
Monlevade, asp. (au Brésil).

P

Parrot, O. 13e. arr.
Payen, O. 10e. arr.
Poirier-Saint-Brice, O. 1er. arr.
Puvis, ing. en ch. 13e. arr.

R

Regnault élève.
Reverchon, ing. ord., 2 cl., Victorsos, 17e. arr.
Reynaud, O. Congé.
Roussel-Galle, O. 10e. arr.

S

Sagey, O. 2e. arr.
Saint-Léger (de), O. 4e. arr.
Senarmont (Huréau de), élève
Senez, élève.

T

Thibaud, O. 16e. arr.
Thirria, O. 9e. arr.
Transon, O. Réserve.
Trémery ✻, ing. en ch. 1er. arr. et carrières de Paris.

V

Varin, O. 16e. arr.
Vène, O. 16e. arr.
Villefosse (baron Héron de), O ✻, insp. gén. (1re. insp.).
Villeneuve (de), O. 14e. arr.
Voltz ✻, ing. en ch. 8e. et 9e. arr.

Ingénieurs en retraite.

Baillet ✻, insp. gén. hon.
Brochin ✻, insp. div. hon.
Champeaux (de) ✻, ing. en chef.
Cressac (baron de) ✻, ing. en ch.
Duhamel ✻, insp. gén.
Gillet de Laumont ✻, insp. gén
Lelièvre ✻, insp. gén.
Mathieu, ing. en chef.
Rozière (de) ✻, insp. div. hon

Veuves d'ingénieurs.

Noms des Veuves.	Noms et grades de leurs maris.		Résidences.	Départem…
Vintras.	Collet-Descetils.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
Muguet.	Laverrière.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
Lefebvre.	Miché.	ing. en ch.	Paris.	Seine.
Larges.	De Gallois.	ing. en ch.	Saint-Etienne.	Loire.
Grevin.	Muthuon.	ing. en ch.	Lyon.	Rhône

CIRCULAIRES

De la direction générale des ponts et chaussées et des mines.

Circulaire adressée à MM. les ingénieurs des Mines.

Paris, le 25 avril 1833.

Produit des mines et minières de fer et des usines à fer.

Monsieur, j'ai l'honneur de vous transmettre les imprimés nécessaires pour le travail relatif aux produits des mines et minières de fer et des usines à fer, pendant l'année de forge 1832—1833. Ces imprimés sont de trois sortes et distingués par les n°s. 1, 2 et 3. Ils diffèrent peu, quant au fond, de ceux qui vous ont été adressés pour les campagnes précédentes; mais le cadre en a été étendu à certains égards, de manière à faire figurer des détails essentiels que les ingénieurs ont souvent donnés dans les colonnes d'observations, et qui seront mieux placés dans des colonnes spéciales. Je pense que, sous la forme actuelle, les états offriront encore plus d'intérêt et seront plus complets sans exiger pour ainsi dire plus de temps.

L'état n°. 1 est toujours relatif au produit des mines et minières de fer. Après la colonne du nombre des ouvriers, une nouvelle colonne est destinée à mentionner les machines de toute espèce employées à l'extraction. Aux colonnes suivantes on indiquera, indépendamment des noms des usines où le minerai est fondu, les distances des mines ou minières aux usines de fusion. Les deux colonnes qui suivent ont pour

objet, ainsi que leur titre l'explique, de faire connaître, la première, les opérations que le minerai brut subit avant d'être fondu, la seconde, la perte qu'il éprouve dans ces opérations.

L'état n°. 2 est toujours destiné à donner le détail de la consistance des usines à fer et des produits des divers feux et ateliers. Quelques changemens ont été faits à la colonne des feux et ateliers et à celle des produits. Dans la première on fera figurer désormais les chaufferies pour le traitement des vieux fers et ferrailles; on mentionnera dans la seconde les produits de ses ateliers.

On distinguera les feux et ateliers actifs et ceux qui n'ont point d'activité. Ce dernier renseignement étoit déjà exigé par l'état récapitulatif. Il est nécessaire d'en mentionner le détail sur l'état n°. 2.

Après la colonne des feux et ateliers, deux autres colonnes sont destinées à faire connaitre le nombre et la force des roues hydrauliques et des machines à vapeur employées dans les usines. Les ingénieurs consignaient le plus souvent ces indications fort utiles dans la colonne des observations : au moyen des deux nouvelles colonnes, les renseignemens dont il s'agit seront placés dans le corps même de l'état et mieux en évidence. A l'article du combustible employé, deux nouvelles colonnes ont été ajoutées pour le bois et pour le coke. Les ingénieurs ne manquaient pas de faire figurer ces deux sortes de combustibles et de les distinguer du charbon de bois et de la houille; il leur sera maintenant plus facile de donner le détail des divers genres de combustible.

A l'article des matières premières élaborées, il faudra indiquer le prix du quintal métrique et la valeur totale de ces matières.

Une colonne fort essentielle a été ajoutée à l'état : elle a pour objet d'exprimer, pour chaque feu ou atelier, le nombre et l'espèce des parties de matières premières consommées pour cent parties de matière fabriquée. Cette colonne exigera peu de travail de la part des ingénieurs, puisque c'est le plus souvent par la connaissance *à priori* de ces proportions qu'ils donnent l'ensemble des consommations, et elle permettra de faire d'une usine à l'autre, d'un département à un autre, des comparaisons très-importantes. L'administration pourra ainsi apprécier quelles sont les usines qui fabriquent avec le plus d'économie et celles qui ont besoin de perfectionner leurs procédés.

L'état récapitulatif n°. 3 servira dorénavant à récapituler, pour chaque département, non-seulement les produits des usines à fer, mais encore ceux des mines et minières de fer. Il a paru nécessaire d'y apporter des changemens notables. Toutefois, en définitive, il donne, comme le porte son titre, la récapitulation des états n°s. 1 et 2, et il n'exige par le fait qu'un travail de cabinet. Vous remarquerez que pour chaque genre de produits, pour les matières premières élaborées, de même que pour chaque sorte de combustible employée, on doit indiquer des prix *minimum*, *moyen*, *maximum*. Les prix *minimum* et *maximum* se trouveront sur l'état n°. 2; en ce qui concerne les prix *moyen*, il faudra les calculer, non pas par des moyennes entre les

prix extrêmes, mais en divisant la valeur totale par la quantité.

Quant aux nombres qui doivent remplir les colonnes destinées à faire connaître les rapports de la fabrication avec les diverses consommations, les proportions extrêmes seront prises sur l'état n°. 2, mais les proportions moyennes exigeront des calculs à part. On devra multiplier la consommation par cent et diviser le résultat par la production.

Il est intéressant de se rendre compte de la valeur générale créée pendant la campagne, dans chaque département, par le travail des usines à fer.

Cette valeur générale se trouvera en prenant la somme de toutes les valeurs des divers produits, à partir de la fonte inclusivement, et en retranchant de cette somme la valeur de la fonte consommée à l'affinage, et celle du fer qui a été passé aux fenderies, martinets, laminoirs, etc. Le reste sera le nombre demandé. Ce calcul sera facile à exécuter, attendu que, dans la neuvième colonne, se trouvent les valeurs des divers genres de production, et que dans la quinzième se trouvent celles des consommations en matières métalliques. Le résultat obtenu devra être porté en tête de la colonne des observations. Il sera fort intéressant de comparer ce résultat à la valeur totale du charbon de bois consommé, de la houille consommée, etc., etc.; de savoir, en un mot, pour quelle portion chaque genre principal de consommation entre dans la valeur générale en numéraire des produits définitifs et marchands des usines à fer du département. Je laisse aux ingénieurs à développer cette idée autant qu'il

leur sera possible, et à consigner leurs calculs et leurs observations sur l'état n°. 3, à la suite du nombre qu'ils auront calculé pour la valeur générale dont il est question ci-dessus.

Les ingénieurs indiqueront dans la colonne d'observations, à la suite de ce calcul, tous les documens qui seront de nature à éclairer l'administration sur les méthodes de fabrication employées dans les usines, sur les perfectionnemens qui y auront été opérés ou qui pourraient l'être, sur le mouvement de la fabrication pendant l'année, sur son extention ou sa diminution, etc., etc. Il sera d'un véritable intérêt d'établir quelques rapprochemens à cet égard pendant un certain nombre d'années, et de montrer les causes en même temps que les résultats. Il sera utile aussi de donner quelques indications générales sur les principaux débouchés des produits, et sur les voies principales de communication que parcourent ces produits pour arriver aux marchés de vente les plus importans. On mentionnera, s'il y a lieu, l'insuffisance des voies existantes et les améliorations qui pourraient y être apportées. Je ne limite point le cadre des observations : je mettrai du prix à toutes celles que l'expérience de MM. les ingénieurs pourra leur suggérer.

Les tableaux dressés par MM. les ingénieurs ordinaires seront transmis à MM. les ingénieurs en chef, par l'intermédiaire desquels ils doivent me parvenir. L'ensemble du travail de chaque arrondissement devra m'être adressé du 15 novembre au 1er. décembre au plus tard. MM. les ingénieurs en chef, lorsqu'ils m'enverront ce travail, y réuniront leurs observations et un tableau récapitulatif n°. 3 pour l'arrondissement. Ce que

j'ai dit ci-dessus sur les tableaux récapitulatifs des départemens me dispense d'entrer dans de nouveaux détails sur la manière de dresser l'état récapitulatif pour l'arrondissement.

Je vous serai obligé de m'accuser réception de la présente circulaire et des imprimés qui l'accompagnent.

Recevez, Monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le consieller d'état chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines.

Signé LEGRAND.

Circulaire adressée à MM. les préfets.

Paris, le 12 mai 1833.

Monsieur le Préfet, vous avec vu par ma circulaire du 1er. mars dernier, qu'indépendamment du travail qu'elle a pour objet, MM. les ingénieurs des mines ont été chargés de rédiger chaque année un travail spécial sur les mines et minières de fer et les usines à fer : il m'a paru qu'il convenait de maintenir cette spécialité. Il a été fait seulement aux anciens tableaux quelques modifications qui tendent à les perfectionner, et à coordonner dans un cadre uniforme des documens importans qui, par fois, étaient isolés.

J'ai pensé, monsieur le Préfet, qu'il était nécessaire que vous eussiez aussi connaissance du travail qui doit être présenté par les ingénieurs relativement aux mines et aux usines à fer. J'ai l'honneur de vous transmettre à cet effet un exemplaire de chacun des tableaux qui concernent cet objet et de l'instruction à laquelle ils ont donné lieu.

L'ensemble du travail doit m'être adressé par les ingénieurs en chef qui rédigent les tableaux récapitulatifs de leurs arrondissemens. C'est par ce motif qu'ici, comme pour les états annexés à ma circulaire du 1er. mars dernier, je n'ai point demandé que les documens dont il s'agit me parvinssent par l'intermédiaire de MM. les préfets; mais je n'en compte pas moins sur leur concours éclairé, et je le leur demande avec une confiance entière. Il leur sera facile de se faire remettre par MM. les ingénieurs les documens relatifs à leur département; ils trouveront en eux tout l'empres-

sement qu'on doit attendre des hommes animés, comme ils le sont, du sentiment du bien public. Nous ne devons, nous ne pouvons tous avoir qu'un même but, qui est de bien connaître les ressources et les besoins de notre industrie, de constater, d'apprécier ces progrès, de rechercher les moyens de la faire prospérer et de la rendre de plus en plus florissante. Toutes ces questions et celles qui s'y rattachent d'une manière plus ou moins directe méritent assurément notre attention et nos soins; s'occuper de ces intérêts élevés, c'est remplir une mission qui peut être féconde en améliorations et en succès; et il n'est aucun de nous qui ne doive être heureux d'apporter le tribut de son zèle et de son dévouement pour le bien-être du pays, et de concourir à de pareils résultats.

Les observations particulières que MM. les préfets voudront bien me communiquer sur ces divers objets, qui intéressent à un si haut degré leur administration, auront un grand prix pour moi. Je les recevrai avec une véritable reconnaissance.

Je vous prie, monsieur le Préfet, de m'accuser réception de cette lettre et des pièces qui y sont jointes.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines.

Signé LEGRAND.

ORDONNANCES DU ROI,

Concernant les mines,

RENDUES PENDANT LE SECOND SEMESTRE 1832.

TROISIÈME TRIMESTRE.

(Les ordonnances du premier semestre ont été insérées dans la 6e. liv. de 1832.

Ordonnance du 2 juillet 1832, portant concession des mines d'antimoine sulfuré de TERRAILLON (*Lozère*).

(Extrait).

Mines d'antimoine sulfuré de Terraillon.

Art. 1er. Il est fait à M. Pierre Valcroze, concession de mines d'antimoine sulfuré, situées communes de Saint-Martin de Boubeaux et de Saint-Etienne de Vallée Française, arrondissement de Florac, département de la Lozère.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, vingt-sept hectares, sera désignée sous le nom de concession de *Terraillon*. Elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui demeurera annexé à la présente ordonnance, savoir :

Au *nord*, à partir de la naissance du valat (ou ravin) du Pendédis, en suivant la crête de la montagne de Rome jusqu'à la naissance du valat des Vernèdes :

A l'*est*, de la naissance du valat des Vernèdes, en suivant le cours de ce valat, jusqu'à son confluent avec la rivière de Galeizon ; puis par le cours de cette rivière jusqu'au confluent du valat des Plantiers, et de ce point, en remontant le valat des Plantiers, jusqu'à sa naissance ;

Au *sud*, de la naissance du valat des Plantiers en suivant la crête de la montagne de Rocatte, jusqu'au valat de Couchoux ;

A l'*ouest*, de ce dernier point, en suivant le valat de Couchoux jusqu'à son confluent avec le Galeizon ; de ce

point, en descendant la rivière de Galeizon, jusqu'au confluent du valat du Pendédis ; de ce dernier point, en remontant le valat du Pendédis, jusqu'à sa naissance, point de départ.

Art. 5. Conformément aux articles 6 et 42 de ladite loi (loi du 21 avril 1810), il (le concessionnaire) payera aux propriétaires de la surface une rente annuelle de vingt centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ordonnance du 20 *juillet* 1832, *qui rejette une requête de madame Lurat-Vitalis, relative aux mines de Campjusion* (Bouches-du-Rhône).

Louis-Philippe, Roi des Français, à tous présens et à venir, salut :

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative ;

Vu la requête présentée au nom de la dame Lilie-Hippolyte-Gertrude Vitalis, veuve Lurat, demeurant à Aix, département des Bouches-du-Rhône, ladite requête enregistrée au secrétariat général du conseil d'Etat le 24 avril 1829, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler une décision du ministre de l'intérieur, en date du 25 mars 1826, en ce que, par cette décision, le dit ministre aurait refusé à la requérante le remboursement d'une somme de 9,000 fr. versée dans les caisses du domaine par le sieur Joseph Vitalis, pour le prix de concession des mines dites de Campjusion ; ce faisant, ordonner que l'Etat sera tenu de lui rembourser lesdits 9,000 fr. ;

Vu la décision attaquée ;

Vu la lettre écrite, le 3 avril 1830, par le ministre de l'intérieur au garde-des-sceaux, président du conseil d'Etat, en réponse à la communication qui lui a été donnée de la requête ci-dessus visée, et dans laquelle lettre ledit ministre estime qu'il y a lieu de rejeter ladite requête ;

Vu le mémoire en réplique de la dame Lurat, ledit mémoire enregistré au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 22 septembre 1830, et dans lequel ladite dame persiste dans ses conclusions ;

Vu la lettre écrite le, 19 juillet 1831, par notre ministre des finances à notre garde des sceaux, en réponse à la communication qui lui a été donnée des requête et mémoire

ci-dessus visés, et dans laquelle lettre ledit ministre estime que la requête sus-visée doit être rejetée comme non recevable et mal fondée ;

Vu l'acte d'acquisition des mines de Campjusion, en date du 21 décembre 1766, et la copie de l'enregistrement en recette du payement effectué au bureau de Gardanne le 7 fructidor an VIII, par le sieur Vitalis ;

Vu les décrets des 1er. juillet 1809 et 14 février 1813, et les ordonnances des 17 septembre 1817 et 10 août 1820 ;

Vu toutes les autres pièces produites ;

Vu le décret du 22 juillet 1806 ;

Vu la loi du 21 avril 1810.

Ouï Me. Roger, avocat de la dame Vitalis ;

Ouï M. Germain, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public ;

Sur la fin de non recevoir qui résulterait du défaut de pourvoi dans le délai fixé par le décret du 22 juillet 1806 :

Considérant qu'il n'est pas établi que la décision dont il s'agit ait été notifiée à la dame Lurat plus de trois mois avant son pourvoi ;

Au fond :

Considérant que la somme de 5,400 fr. versée au Trésor par le sieur Vitalis représente le prix du droit d'exploitation qu'il avait acquis par acte du 12 décembre 1766 ; que par l'ordonnance du 10 août 1820, la dame Lurat a été admise au bénéfice des articles 6 et 7 de celle du 17 septembre 1817, qui attribuent des indemnités aux anciens exploitans des mines dont il s'agit, et que cette disposition et celles des décrets des 1er. juillet 1809 et 14 février 1813, ayant réglé les droits réels qui résultaient pour elle de l'acquisition de 1766, ladite dame n'était point fondée à réclamer la restitution du prix de ladite acquisition.

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. La requête sus-visée de la dame Lurat est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'Etat de la justice, et notre ministre secrétaire d'Etat du commerce et des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Mines de houille de Ragny.

Ordonnance du 27 juillet 1832, portant concession des mines de houille de Ragny *(Saône-et-Loire).*

(Extrait).

Art. 1er. Il est fait à MM. Duhesme, Verneau, Duréault et de Lagoutte, une concession, sous le nom de concession de *Ragny*, de mines de houille bornant au *nord-ouest* le canal du Centre, et situées à la fois sur la partie *nord* du territoire de Blanzy, arrondissement d'Autun, et sur le territoire environnant le Gratoux, hameau dépendant de la commune de Saint-Eusèbe-des-Bois, arrondissement de Châlons, département de Saône-et-Loire, dans la partie orientale de l'espace laissé libre entre les deux parties de la concession du Creusot et de Blanzy, délimitée par notre ordonnance du 21 novembre 1830.

Art. 2. La présente concession, renfermant une étendue superficielle de six kilomètres carrés quarante-cinq hectares, est délimitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Au *nord-ouest*, par une ligne tirée de l'angle *nord-est* du domaine de Mesplier, au point d'intersection *M* entre la ligne menée du clocher de Saint-Eusèbe à celui de Saint-Nizier, et la ligne partant de l'angle *nord-ouest* du moulin de Mesplier et aboutissant à l'angle *nord-ouest* du pont de Gratoux; de ce point *M* à cet angle *nord-ouest* du pont de Gratoux, et de ce pont, par une ligne dirigée sur l'angle *nord-ouest* de la locaterie des petites Mesarmes, et s'arrêtant au point d'intersection *A* avec une ligne menée du clocher de Saint-Eusèbe à l'extrémité *est* du hameau des Perrins;

Au *nord-est*, par la portion de cette dernière ligne des Perrins à Saint-Eusèbe, comprise entre le point A ci-dessus indiqué, et le point *Z* où elle coupe la rive *ouest* du canal du Centre;

Au *sud-est*, par la rive *ouest* du canal, depuis le point *Z* jusqu'à l'angle *ouest* en aval de la sixième écluse;

Enfin, au *sud-ouest*, par une ligne droite tirée de la sixième écluse à l'angle *nord-est* du domaine de Mesplier, point de départ.

Art. 5..... Ils (les concessionnaires) payeront aux propriétaires des terrains compris dans l'étendue de la con-

cession, une indemnité annuelle de dix centimes par hectare.

Art. 7. Si les concessionnaires se servent pour leur exploitation des puits ou galeries anciennement exécutés dans la présente concession par la compagnie Chagot, ils seront tenus envers cette compagnie, pour tous les travaux qui leur seraient utiles, à une indemnité qui sera réglée de gré à gré, ou, en cas de contestation, par le conseil de préfecture.

Art. 11. Il n'est rien préjugé sur la concession des gîtes de minerai de fer lithoïde qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des mines de houille de Ragny. La concession de ces gîtes de minerai de fer sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit aux concessionnaires de ces mines, soit à d'autres personnes. Dans ce dernier cas, les concessionnaires des mines de houille seront tenus de souffrir les travaux qui seront reconnus indispensables à l'exploitation du minerai de fer, ou même, si cela est nécessaire, le passage dans leurs propres travaux; le tout. s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Ordonnance du 13 *août* 1832, *portant que la renonciation faite par la Société anonyme des fonderies de Vizille à la concession des mines de fer de Saint-Agnès, Saint-Murys-Monteymont et Lacombe-de-Lancey, département de l'Isère, accordée par décret du* 9 *septembre* 1804 (22 *fructidor an* 12), *est acceptée, sans préjudice des droits des tiers.*

Mines de fer de Saint Agnès, Saint-Murys-Monteymont et Lacombe de Lancey.

Ordonnance du 13 *août* 1822, *portant que la renonciation faite par la Société anonyme des fonderies de Vizille à la concession des mines de fer de Saint-Pierre de Mezage et de Saint-Barthélemy-de-Séchilienne, département de l'Isère, accordée par l'ordonnance du* 11 *janvier* 1826, *est acceptée, sans préjudice des droits des tiers.*

Mines de fer de Saint-Pierre de Mezage et de Saint-Barthélemy de Séchilienne.

Recherches de houille à Chaudefonds

Ordonnance du 19 août 1832, qui autorise des recherches de houille dans la commune de Chaudefonds (Maine-et-Loire).

Louis-Philippe, roi des Français,

A tous présens et à venir, salut.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics;

Vu la demande adressée au préfet de Maine-et-Loire par M. Pellé, tendant à obtenir l'autorisation de faire des recherches de houille sur un terrain appartenant à M. de Contades de Gizeux, dans la commune de Chaudefonds;

Le plan joint à cette demande;

L'avis de l'ingénieur des mines, du 20 juillet 1831;

La lettre du 19 août 1831, dans laquelle M. de Contades déclare refuser son consentement;

Les observations du maire de Chaudefonds, en date du 11 octobre 1831;

Le certificat du maire de la commune de Gizeux, du 1er. janvier 1832;

Le procès-verbal d'expertise, dressé le 15 mars 1832;

L'arrêté du préfet, du 9 avril suivant;

L'avis du conseil général des mines, du 18 juin 1832, adopté par le conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts-et-chaussées et des mines;

Vu les articles 10, 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. M. Pellé, propriétaire, demeurant à Saint-Georges-sur-Loire, département de Maine-et-Loire, est autorisé à faire des recherches de houille sur les trois pièces de terre désignées au plan joint à la présente ordonnance par les lettres K, L, M, et dépendantes du domaine de la Brosse appartenant à M. de Contades de Gizeux, ledit domaine situé dans la commune de Chaudefonds, département de Maine-et-Loire.

Art. 2. Il payera préalablement à ce propriétaire l'indemnité qui pourra lui être due, à raison de la surface du terrain fouillé.

Cette indemnité sera évaluée, quant au mode, suivant les règles établies par la loi du 16 septembre 1807, en se conformant à ce qui est prescrit par l'article 43 de la loi du 21 avril 1810.

Art. 3. Il ne pourra étendre ses travaux au delà de deux années, qui commenceront à courir du jour du règlement de l'indemnité.

Art. 4. Il ne pourra faire des sondages, établir des machines ou magasins, à moins de cent mètres des habitations ou des clôtures murées.

Art 5. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites entraînera la révocation de la présente autorisation.

Ordonnance du 19 août 1832, qui autorise M. de Beauffremont à tenir et conserver en activité un moulin à blé et deux patouillets dans la commune de Traves (Haute-Saône).

Patouillets de Traves.

Ordonnance du 19 août 1832, qui autorise M. Dollin-Dufresnel à ajouter un lavoir à mine, un bocard à crasses et un feu d'affinerie à l'usine à fer de Maucourt, commune de Nouart (Ardennes).

Usine à fer de Maucourt.

Ordonnance du 24 août 1832, portant concession de la mine de houille de RIEUMORT, *commune de Firmy* (Aveyron).

Mine de houille de Rieumort.

(Extrait.)

Il est fait à la compagnie des houillères et fonderies de l'Aveyron, concession de la mine de houille de Rieumort, située commune de Firmy, arrondissement de Villefranche, département de l'Aveyron.

Art. 2. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance :

A l'*ouest*, par une ligne droite tirée du clocher de Firmy à l'angle rentrant de la principale maison du Mas del Bosc, ladite ligne servant de limite orientale à la concession du Rial;

Au *sud*, par une perpendiculaire élevée à l'extrémité de ladite ligne, et prolongée jusqu'à la rencontre du ruisseau dit le Rieumort;

A l'*est*, par la rive gauche du Rieumort, en descendant jusqu'à la rencontre du chemin de Firmy à la Roquette;

Et au *nord*, par une ligne droite menée de ce point de rencontre sur le clocher de Firmy, point de départ.

Lesdites limites comprennent une étendue superficielle de soixante-neuf hectares.

Art. 3. La présente concession sera une annexe de la concession du Rial, appartenant à la compagnie des houillères et fonderies de l'Aveyron, et ne pourra être séparée de celle-ci sans notre autorisation.

Art. 4. Les concessionnaires payeront aux propriétaires de la surface comprise dans la concession, une rente annuelle de douze centimes par hectare de terrain.

Art. 11. Il n'est rien préjugé sur la concession des gîtes de minerai de fer lithoïde qui peuvent exister dans l'étendue de la concession de la mine de houille de Rieumort. La concession de ces gîtes de minerai de fer sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit aux concessionnaires de la mine de Rieumort, soit à d'autres personnes.

Dans ce dernier cas, les concessionnaires de la mine de houille seront tenus de souffrir les travaux qui seront reconnus indispensables à l'exploitation du minerai de fer, ou même, si cela est nécessaire, le passage dans leurs propres travaux; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Mines de houille des Salles.

Ordonnance du 28 *août* 1832, *portant concession des mines de houille des* SALLES, *commune de Castillon* (Gard).

(Extrait).

Art. 1er. Il est fait à MM. Scipion-Marie-Antoine de Chapelain, Joseph Lacroix et Joseph-Théodore Lacroix fils, sous le nom de concession des *Salles*, concession des mines de houille situées dans la commune de Castillon, arrondissement d'Alais, département du Gard, et limitées ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, savoir :

1°. Par une ligne droite tirée de Peyremorte sur le four, jusqu'à son intersection avec une autre droite tra-

versant le terrain houiller, en passant par le confluent de la Gagnières et du ruisseau des Abels, et par la grange de Rivière;

2°. Par cette dernière droite jusqu'au point C, où elle rencontre une ligne tirée des verreries sur le point K, où la grande ligne menée de Meyrannes à Peyremale coupe le cours de la Gagnières;

3°. Par la portion de ladite ligne qui est comprise entre ledit point C et le point K;

4°. Par une ligne tirée du point K sur Peyremorte, point de départ, ladite ligne faisant partie des limites de la concession de Lalle.

L'étendue superficielle comprise entre les limites ci-dessus, et indiquée au plan par les lettres F, E, C, K, est de deux kilomètres carrés, vingt-neuf hectares.

Art. 2. Les impétrans payeront aux propriétaires de la surface une rente annuelle de cinquante centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 8. (Semblable à l'art. 11 ci-dessus).

Ordonnance du 28 *août* 1832, *portant concession des mines de houille du* MARTINET, *commune de Castillon* (Gard).

Mines de houille du Martinet.

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à MM. Maurin, Brahic et de Meynadier, sous le nom de concession du *Martinet*, concession de mines de houille situées dans la commune de Castillon, arrondissement d'Alais, département du Gard, et limitées ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à l'ordonnance concernant la concession des Salles, savoir:

1°. Par une ligne droite tirée des verreries au four;

2°. Par une ligne droite tirée du four sur Peyremorte jusqu'au point E, où elle rencontre une autre droite traversant le terrain houiller, en passant par le confluent de la Gagnières, et du ruisseau des Abels, et par l'angle *nord* de la grange rivière;

3°. Par cette dernière droite jusqu'au point C, où elle rencontre une ligne tirée des verreries sur le point K, où la grande ligne menée de Meyrannes à Peyremale, coupe le cours de la Gagnières;

4°. Par la ligne qui est comprise entre le point C et les verreries, point de départ, ladite ligne faisant partie des limites de la concession de Lalle.

L'étendue superficielle comprise entre les limites ci-dessus et indiquée au plan par les lettres A, B, C, E, est de deux kilomètres carrés, soixante deux hectares.

Art. 2. . . . .
les impétrans payeront aux propriétaires de la surface une rente annuelle de cinquante centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Art. 8. (*Ut suprà*).

Lavoirs à bras de Raze.

Ordonnance du 28 août 1832, portant autorisation de maintenir trois lavoirs à bras dans la commune de Raze (Haute-Saône).

(Extrait.)

Art. 1er. M. Claude-François Guy est autorisé à tenir et conserver en activité les trois lavoirs à bras destinés au lavage du minerai de fer, qu'il possède au lieu dit les Champs du Bois de la grande fontaine Robert, commune de Raze, département de la Haute-Saône, et à établir près de ces lavoirs, un quatrième lavoir à bras pour le même usage, le tout conformément au plan qui demeurera annexé à la présente ordonnance.

Art. 2. Le lavage s'effectuera dans lesdits lavoirs, au moyen des eaux venant de la forêt communale de Rosey et d'un bois appartenant à M. Melin, lesquelles seront réunies dans le réservoir G du plan, où elles seront retenues par une pale dont le dessus ne pourra excéder le niveau du plafond de l'aquéduc situé sur le chemin vicinal de Raze à Neuvelle-les-la-Charité.

Art. 3. L'impétrant sera tenu d'établir, pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage du minerai : 1°. les quatre bassins A, B, C, D du plan, lesquels auront chacun vingt mètres de longueur sur quatre mètres de largeur et un mètre trente-cinq centimètres de profondeur, leur fond étant horizontal; 2°. une digue filtrante composée d'une couche verticale de sable interposée entre deux couches de gravier, laquelle aura trois mètres de longueur sur un mètre de hauteur, et dont la

largeur sera déterminée de manière que les eaux de lavage se trouvent parfaitement clarifiées, après l'avoir traversée.

Ladite digue devra être placée à deux mètres environ de l'extrémité postérieure du 4e. bassin, et être couronnée par un massif imperméable de 15 à 20 centimètres de hauteur, dont le dessus affleurera les bords du bassin. Elle devra être solide et durable, et être entretenue en bon état de service.

Art. 4. L'extrémité postérieure du 4e. bassin sera pourvue d'une vanne de décharge destinée à régler l'écoulement de l'eau pendant le lavage, de manière que son niveau en amont de la digue filtrante, demeure constamment à un ou deux décimètres au plus en contre-bas de sa partie supérieure.

Art. 5. Le bassin d'épuration renfermant la digue filtrante devra être curé à fond, toutes les fois qu'après la filtration les eaux seront troubles, et le curage des trois bassins sera effectué, quand le dépôt boueux s'y élèvera jusqu'au niveau de la surface de l'eau.

Ordonnance du 28 *août* 1832, *portant que M. Bache est autorisé à établir un martinet à ouvrer le fer et l'acier, dit taillanderie, composé de deux feux de forge, dans la commune de Seyssins, arrondissement de Grenoble* (Isère).

Taillanderie de Seyssins.

Ordonnance du 18 *septembre* 1832, *prescrivant la construction de bassins d'épuration à la suite d'un patouillet et de quatre lavoirs situés au territoire de Valay* (Haute-Saône).

Bassins d'épuration de Valay.

(Extrait.)

Art. 1er. M. Petremand de Valay est tenu, conformément à l'article 8 de l'ordonnance royale du 30 décembre 1829, de construire à la suite du patouillet et des quatre lavoirs dépendant du fourneau qu'il possède sur le territoire de Valay, département de la Haute-Saône,

des bassins d'épuration pour les eaux bourbeuses provenant du lavage du minerai de fer.

Art. 2. Ces bassins d'épuration seront établis conformément au tracé du plan qui restera annexé à la présente ordonnance, et auront les dimensions suivantes, savoir : 1°. le bassin d'épuration A destiné aux deux lavoirs à bras supérieurs a 100 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur et un mètre 35 centimètres de profondeur, en contre-bas du dessus de son déversoir de superficie ; 2°. les six bassins F, G, H, I, K, L, destinés au patouillet, 566 mètres de longueur totale sur trois mètres de largeur et un mètre 35 centimètres de profondeur, en contre-bas du dessus de leurs déversoirs de superficie ; 3°. les trois bassins X, Y, Z, destinés aux trois lavoirs I, 80 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur, et un mètre 35 centimètres de profondeur, en contre-bas du dessus de leurs déversoirs de superficie.

Art. 3. Le fond de ces divers bassins sera horizontal, et les déversoirs de superficie par lesquels les eaux provenant du lavage seront rendues à leur cours naturel, seront munis chacun d'une vanne de décharge large de 40 centimètres, laquelle sera tenue fermée au moyen d'un cadenas dont la clef sera déposée à la mairie de Valay, pour n'être mise à la disposition du propriétaire ou du fermier de l'usine de Valay que lors des curages des bassins.

Art. 4. Les eaux bourbeuses provenant des lavoirs à bras supérieurs seront conduites dans le canal d'amenée du bassin d'épuration A, au moyen d'un petit aquéduc M du plan, qui sera construit au-dessus du ruisseau et qui passera sous le petit pont situé sur le chemin de Champtonney au fourneau de Valay.

Usine à fer de Las Caussades.

Ordonnance du 18 *septembre* 1832, *portant que M. Garros est autorisé à ajouter deux feux de forge à la catalane et un marteau à l'usine qu'il possède dans la commune de Foix* (Ariége), *au quartier de Las-Caussades ou du Berdoulet, sur la rivière de l'Ariége.*

Ordonnance du 18 septembre 1832, portant que M. Juhel-Renoy est autorisé à construire une usine à fer sur le ruisseau de la petite Eyre, peu au-dessous du bourg de la commune de Luxey, département des Landes, et près de son moulin à farine, dit de haut. Usine à fer de Luxey.

Cette usine est composée d'un haut fourneau et de deux feux d'affinerie ordinaires pour la conversion de la fonte en fer forgé.

Ordonnance du 18 septembre 1832, portant que M. Sauret est autorisé à transférer dans l'emplacement du moulin et de la scierie qu'il possède sur la Maselotte, commune de St.-Amé, arrondissement de Remiremont, département des Vosges, la taillanderie composée de deux feux, qu'il a établie au moulin du Hariol, commune du Val-d'Ajol, même arrondissement, en vertu de l'ordonnance du 21 octobre 1827. Taillanderie du val d'Ajol transférée à St.-Amé.

Ordonnance du 18 septembre 1832, portant que M. Truchy-Grenier est autorisé à établir un haut-fourneau destiné à la fabrication de la fonte de fer, en remplacement de la forge dont il est propriétaire sur la rivière d'Aube, commune de la Ferté-sur-Aube (Haute-Marne). Haut-fourneau de la Ferté-sur-Aube.

Ordonnance du 18 septembre 1832, portant que M. Delagoutte est autorisé à conserver et tenir en activité le feu d'affinerie dont il est propriétaire dans la commune de Montmoyen, arrondissement de Châtillon-sur-Seine, (Côte-d'Or). Feu d'affinerie de Monmoyen.

Ordonnance du 27 septembre 1832, portant que les concessionnaires de la mine de houille de Saint- Mine de houille de St.-Menge.

Menge, département des Vosges, sont exemptés pendant cinq ans, à partir du 1er. janvier 1833, du payement de la redevance proportionnelle.

QUATRIÈME TRIMESTRE.

Forge Philippe.

Ordonnance du 2 octobre 1832, portant que M. François-Victoire-Marie Despret, ou ses ayant-cause, sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite forge Philippe, *composée de deux feux d'affinerie au charbon de bois et d'un gros marteau, et située sur la rivière d'Artoise formant la séparation de la France et de la Belgique, commune de Signy-le-Petit* (Ardennes).

Mines de houille de Vieux-Condé, Fresnes, etc.

Ordonnance du 6 *octobre* 1832, *portant que la redevance proportionnelle des mines de houille de Vieux-Condé, Fresnes, Anzin et Raismes, département du Nord, est fixée, sous forme d'abonnement, à* 45,000 *francs, en principal par année, pour chacune des années* 1831, 1832, 1833, 1834 *et* 1835.

Mines d'antimoine de Meissex.

Ordonnance du 6 *octobre* 1832, *portant concession des mines d'antimoine sulfuré de* MESSEIX, (*Puy-de-Dôme*).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à M. Armand de Laroche-Fontenilles, concession des mines d'antimoine sulfuré existant dans les communes de Messeix et de Savennes, département du Puy-de-Dôme.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de cinquante-et-un hectares, sera désignée

sous le titre de concession de *Meisseix* ; elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance, savoir :

Au *nord-est*, dans la commune de Messeix, par une ligne droite partant de l'angle nord-est du communal appelé *Pas de-la-Chèbre*, appartenant aux habitans du village de Ruère (section C, art. 387 de la matrice cadastrale de Messeix), et aboutissant à l'angle le plus méridional de la terre appelée Combes-Mazières, appartenant aux héritiers de Guillaume Ballut-de-Ruère (section C, art. 228);

Au *nord-ouest*, par une deuxième droite menée de ce dernier point à l'angle sud-ouest du Pâtis appelé les Épineciers, aux héritiers de Berre de Meincère, (section B, n°. 130, de la matrice cadastrale de Savennes) ;

Au *sud-ouest*, par une troisième droite menée du point précédent à l'intersection du grand chemin de Savennes à Clermont avec le ruisseau dit *Laganne-du-Coudert*, immédiatement au-dessous de la partie la plus septentrionale du pré appelé les Rissoles, à Gabriel-Guillaume de Savennes (section B, n°. 376) ;

Enfin au *nord-est*, par une autre droite menée de cette dernière intersection à l'angle du communal du Pas-de-la-Chèbre, qui a servi de point de départ.

Art. 5. ..... Il (le concessionnaire) payera aux propriétaires du sol, une rente annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans la concession, indépendamment des indemnités mentionnées aux articles 43 et 44 de la même loi (du 21 avril 1810).

Cahier des charges pour la concession des mines d'antimoine sulfuré de Messeix.

(Extrait.)

Cahier des charges.

Art. 1er. Les recherches entreprises sur les deux couches d'antimoine sulfuré qui se montrent près de l'intersection du ruisseau dit Béal des Ronzières, et du chemin de Savennes au village de Ruère, seront continuées de la manière suivante :

a — Un puits de au moins dix mètres de profondeur sera creusé sur la couche d'antimoine située le plus à

l'est, et ouvert à 15 mètres environ du Béal des Ronzières.

b — Du fond de ce puits partiront deux galeries horizontales d'allongement de au moins 20 mètres de longueur chacune.

c — L'autre couche métallifère sera reconnue par des galeries horizontales ouvertes les unes au-dessus des autres sur le penchant de la colline qui descend rapidement de Buère au Béal-des-Ronzières; ces galeries seront mises en communication d'airage les unes avec les autres, si la nécessité s'en fait sentir.

Mine de fer de Fourques.

Ordonnance du 6 *octobre* 1832, *portant concession de la mine de fer de* Fourques (*Aude*).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait concession à M. Darnis, fils, d'une mine de fer située dans la commune de Talairan, département de l'Aude.

Art. 2. Cette concession, comprenant une étendue superficielle de cinquante-cinq hectares, sera désignée sous le nom de concession de *Fourques*; elle est limitée conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au *nord*, par une ligne tirée de la métairie de la Camp au point A, situé à 675 mètres à l'est de ladite métairie, et à 320 mètres au nord du Roc-Nègre;

A l'*ouest*, par deux lignes droites tirées du point A au Roc-Nègre, et du Roc-Nègre au sarrat de la Bouchère-das-Clausels;

Au *sud*, par une ligne droite tirée de ce dernier point au sarrat de la Mounjoyo;

A l'*est*, par une ligne droite tirée du sarrat de la Mounjoyo à la métairie de la Camp, point de départ.

Art. 6. Le droit attribué aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi précitée (21 avril 1810), est réglé à une rente annuelle de vingt centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.

Art. 8. En exécution de l'art. 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira aux usines qui

s'approvisionnaient sur les lieux compris en la concession, la quantité de minerai nécessaire à leur exploitation, au prix qui sera fixé par l'administration.

Art. 9. Lorsque les approvisionnemens des usines mentionnées en l'article précédent auront été assurés, le concessionnaire sera tenu, aux termes de l'article 59 de la loi précitée, de fournir, autant que les exploitations le permettront, aux besoins des usines établies ou à établir dans le voisinage, avec autorisation légale : le prix des minerais sera alors réglé de gré à gré ou à dire d'experts.

Ordonnance du 6 *octobre* 1832, *portant concession des mines de houille d'*Odomez (*Nord.*)

Mines de houille de d'Odomez.

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à la compagnie d'Anzin, concession des mines de houille situées sur les communes de Bruille et d'Odomez, arrondissement de Valenciennes, département du Nord.

Art. 2. Cette concession, comprenant une étendue superficielle de 316 hectares, sera désignée sous le nom de concession d'*Odomez*; elle est délimitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance :

Au *sud-ouest*, à partir du point D du plan placé à l'intersection de la limite nord-ouest de la concession de Fresnes avec la chaussée de Brunehaut, ladite chaussée jusqu'au point Q, distant de 1000 mètres du précédent;

Au *nord-ouest*, une droite tirée du point Q au clocher d'Hergnies, et arrêtée à son point d'intersection avec la rive droite de l'Escaut, point B du plan ;

Au *nord-est*, par le cours de l'Escaut formant la limite de la concession de Vieux-Condé, depuis le point B jusqu'au point A, extrémité de la limite nord-ouest de la concession de Fresnes;

Au *sud-est*, par la limite nord-ouest de la concession de Fresnes, partant du point A sur l'Escaut, passant par le point F (chapelle d'Odomez), par le point E (Notre-Dame-aux-Bois), et aboutissant au point D, point de départ.

Art. 3. L'indemnité due en vertu des articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, aux propriétaires du sol compris dans la concession, est fixée à cinq centimes par hectare.

Art. 9. Il n'est rien préjugé sur la concession des gîtes de tout minerai étranger à la houille, et spécialement de minerai de fer carbonaté lithoïde qui pourraient exister dans l'étendue de la concession d'Odomez. La concession de ces gîtes de minerai sera accordée, s'il y a lieu, après une instruction particulière, soit aux concessionnaires des mines de houille, soit à d'autres personnes. Dans ce dernier cas, les concessionnaires de mines de houille seront tenus de souffrir les travaux qui seraient reconnus indispensables à l'exploitation des minerais de fer, ou même si cela est nécessaire, le passage dans leurs propres travaux; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Cahier des charges.

*Cahier des charges pour la concession des mines de houille d'*Odomez.

(Extrait.)

Les concessionnaires ne pourront pousser aucun ouvrage souterrain à moins de 25 mètres de distance des plans verticaux par lesquels leur concession est limitée, à l'exception des côtés par lesquels cette concession est contiguë aux concessions de Fresnes et de Vieux-Condé.

En conséquence, ils laisseront intact sur chaque couche de houille, en dedans des limites de leur concession, un massif de 25 mètres d'épaisseur, au moins. Ce massif ne pourra être traversé ou entamé par aucun ouvrage quelconque, que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les deux concessionnaires voisins, et sur le rapport de l'ingénieur des mines, aura pris un arrêté pour autoriser cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Il en sera de même pour les cas où l'utilité des massifs ayant cessé, un arrêté du préfet pourra autoriser chacun des deux concessionnaires à exploiter la portion qui lui appartiendra.

Ordonnance du 6 octobre 1832, portant concession des mines de houille de Bruille (*Nord*).

Mines de houille de Bruille.

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à MM. Dubois-Carpentier, Cavrois et compagnie, concession de mines de houille, situées dans la commune de Bruille, arrondissement de Valenciennes, département du Nord.

Art. 2. Cette concession, comprenant une étendue superficielle de 403 hectares, sera désignée sous le nom de concession de *Bruille :* elle est délimitée, ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à l'ordonnance concernant la concession d'Odomez :

Au *sud-ouest*, la chaussée de Brunehaut, depuis le point Q, limite de la concession d'Odomez, jusqu'au point C, déterminé par l'intersection de ladite chaussée avec la limite de la commune de Château-l'Abbaye;

Au *nord-ouest*, ladite limite jusqu'à sa rencontre au point B avec la rive droite de l'Escaut ;

Au *nord-est*, le cours de l'Escaut formant la limite de la concession de Vieux-Condé, depuis le point B jusqu'au point B', extrémité de la limite nord-ouest de la concession d'Odomez;

Au *sud-est*, cette même limite depuis le point B' jusqu'au point Q, point de départ.

Art. 3. L'indemnité due en vertu des articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, aux propriétaires du sol compris dans la concession, est fixée à cinq centimes par hectare.

Art. 9. (*Ut suprà*).

Cahier des charges, pour la concession des mines de houille de Bruille.

Cahier des charges.

(Extrait.)

Art. 8. Les concessionnaires ne pourront pousser aucun ouvrage souterrain, à moins de 25 mètres de distance des plans verticaux par lesquels la concession est limitée.

En conséquence, ils laisseront intact, sur chaque couche de houille, en dedans des limites de leur concession, un un massif de 25 mètres d'épaisseur au moins. Ce massif ne pourra être traversé ou entamé par aucun ouvrage quel-

conque, que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les deux concessionnaires voisins, et sur le rapport de l'ingénieur des mines, aura pris un arrêté pour autoriser cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Il en sera de même pour le cas où l'utilité des massifs ayant cessé, un arrêté du préfet pourra autoriser chacun des concessionnaires à exploiter la portion qui lui appartiendra.

Mines de houille de Bulgnéville.

Ordonnance du 6 *octobre* 1832, *portant concession des mines de houille de* BULGNÉVILLE (*Vosges*).

(Extrait).

Art. 1er Il est fait à M. Pierre-Adolphe Muel, sous le nom de concession de *Bulgnéville*, concession des mines de houille comprises en tout ou en partie dans les communes de Bulgnéville, Saulxures, Saint-Ouen, Parey-Saint-Ouen, Lavacheresse et Larouillie, Suriauville et Crainvilliers, arrondissement de Neufchâteau, département des Vosges.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de 26 kilomètres carrés, 87 hectares, est délimitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance, savoir:

Au *nord-ouest*, à partir du clocher de Bulgnéville, d'abord une ligne droite tirée de ce clocher au pont du Bas-de-Fossé; puis de ce pont, le grand chemin vicinal allant de Bulgnéville à Saint-Ouen, en s'arrêtant à la rencontre du pont d'Ouait, et enfin de ce pont, une ligne droite dirigée vers le clocher de Saint-Ouen, et s'arrêtant un peu avant ce clocher, au point où cette ligne rencontre le chemin vicinal allant de Saint-Ouen à la Rouillie;

A l'*ouest* et au *sud-ouest*, de ce dernier point de rencontre, ledit chemin vicinal de Saint-Ouen à la Rouillie, et s'arrêtant près et en deçà du clocher de la Rouillie, au point de rencontre avec le prolongement de la ligne menée du clocher de la Rouillie à celui de Suriauville;

Au *sud-sud-est*, de ce point de rencontre, ladite ligne droite menée entre le clocher de la Rouillie et celui de Suriauville, prolongée jusqu'à sa rencontre avec le chemin vicinal, allant de Suriauville à la ferme d'Ageville;

A l'*est*, de ce point de rencontre, d'abord ledit chemin vicinal de Suriauville à la ferme d'Ageville; puis, du point le plus oriental de cette ferme, une ligne droite, dirigée vers le nord-nord-est, à peu près perpendiculairement à une ligne joignant le clocher de Bulgnéville et le clocher d'Outrancourt et s'arrêtant à son point d'intersection avec cette ligne, lequel point dont la position sera constatée par une pierre-borne, est fixé à une distance de 2050 mètres du clocher de Bulgnéville;

Enfin *au nord*, à partir de cette pierre-borne, ladite ligne menée entre les deux clochers indiqués jusqu'au clocher de Bulgnéville, point de départ.

Cette dernière ligne forme une partie de la limite sud de la concession des mines de houille de Norroy qui y aboutit, depuis la pierre-borne jusqu'à une distance de 1,500 mètres du clocher de Bulgnéville.

Art. 4. Le concessionnaire payera aux propriétaires de la surface dans l'enceinte de sa concession, une redevance annuelle de vingt-cinq centimes par hectare.

Ordonnance du 6 *octobre* 1832, *portant concession des mines de houille des* Fauches (*Saône-et-Loire*).

Mines de houille des Fauches

(Extrait.)

Art. 1er Il est fait concession à M. de Genestet de Saint-Didier, des mines de houille situées dans les communes du Breuil et de Saint-Julien et autres circonvoisines, arrondissement d'Autun, département de Saône-et-Loire.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés 75 hectares, sera désignée sous le titre de concession des *Fauches*; elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan joint à la présente ordonnance:

Au *nord*, par une ligne droite tirée de l'angle ouest du domaine de Robelot, à l'angle nord de la maison de M. Humbert, située aux Quatre-Vents, mais se terminant au point X d'intersection de cette ligne avec la ligne tirée de l'angle nord du domaine d'Epagne à l'angle est du domaine de Montaubry;

A l'*est*, à partir de ce point d'intersection X, par ladite

ligne droite tirée d'Epagne à Montaubry; par une autre ligne droite tirée de l'angle est de Montaubry au clocher de Saint-Julien, mais se terminant à son intersection au point K du plan avec la ligne tirée de l'angle nord de la maison de M. Humbert (aux Quatre-Vents), à l'angle est de la maison de M. Machuron à Montfaucon; enfin, de ce point d'intersection K, par ladite dernière ligne jusqu'à Montfaucon;

Au *sud*, par une ligne droite tirée de l'angle est de la maison de M. Machuron à Montfaucon, à l'angle nord, en aval de la septième écluse;

A l'*ouest*, à partir de l'angle nord en aval de la septième écluse, par une ligne droite tirée à l'angle ouest du domaine de Robelot, point de départ.

Art. 5. ..... Il (le concessionnaire) payera aux propriétaires de la surface une rente annuelle de vingt-cinq centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.

Art. 10. Il n'est rien préjugé sur les gîtes de minerais de fer lithoïde qui peuvent exister dans l'étendue de la concession des Fauches. Ces gîtes de minerais de fer seront concédés, s'*il* y a lieu, après une instruction particulière, soit au concessionnaire des mines de houille, soit à d'autres personnes. Dans ce dernier cas, le concessionnaire des mines de houille sera tenu de souffrir les travaux qui seront reconnus indispensables à l'exploitation du minerai de fer, ou même, si cela est nécessaire, le passage dans ses propres travaux; le tout, s'il y a lieu, moyennant une indemnité qui sera réglée de gré à gré ou à dire d'experts.

Cahier des Charges.

Cahier des charges, relatif à la concession houillère des FAUCHES.

(Extrait.)

Art. 1er. Dans les six mois qui suivront la notification de l'ordonnance de concession, on ouvrira un nouveau puits à une distance convenable du premier et de la limite sud-ouest de la concession du côté de Maraude, et sur l'aval pendage de la couche. On prolongera ce puits de 50 mètres au moins au-dessous de la couche découverte, afin de s'assurer s'il n'existe pas d'autres couches exploitables.

La position de ce puits sera déterminée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, après avoir entendu le concessionnaire.

Art. 2. Dans l'année qui suivra la notification de l'ordonnance de concession, le concessionnaire sera tenu de faire exécuter un sondage de 130 mètres de profondeur au moins, placé sur la direction de la couche découverte et à 300 mètres environ du puits prescrit par l'article 1er. La position de ce sondage sera déterminée comme celle du puits.

Art. 3. Dans les deux années qui suivront la notification de l'ordonnance de concession, on creusera un nouveau puits placé sur la direction de la couche à une distance convenable de celui qui est prescrit par l'art. 1er.; ces deux puits seront réunis par une galerie d'allongement. La position du puits prescrit par le présent article sera également déterminée de la même manière que celle du premier.

Ordonnance du 6 octobre 1832, portant concession des mines de houille de LONG-PENDU (*Saône-et-Loire.*)

Mines de houille de Long-Pendu.

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait concession à madame veuve de Montaigu, née Rochedragon, des mines de houille situées dans les communes du Breuil, de Saint-Eusèbe-des-Bois et autres circonvoisines, arrondissement d'Autun et de Châlons-sur-Saône, département de Saône-et-Loire.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés dix hectares, sera designée sous le titre de concession de *Long-Pendu*. Elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan joint à la présente ordonnance :

Au *nord*, par la ligne droite tirée de l'angle ouest du domaine de Robelot, à l'angle nord du domaine de la Grange-des-Champs et terminée au point M, intersection de cette ligne et de la ligne tirée de l'angle nord, en aval du pont de Jeanne-Rose, à l'angle ouest du domaine de Mont-Valtin;

A l'*ouest*, par une ligne droite tirée du point M à l'angle nord en aval du pont de Jeanne-Rose;

Au *sud*, en suivant le canal par la rive ouest du pont de Jeanne-Rose, à l'angle nord en aval de la septième écluse;

A l'*est*, par une ligne droite tirée de l'angle nord en aval de la septième écluse, à l'angle ouest du domaine de Robelot, point de départ.

Art. 5........ Il (le concessionnaire) payera aux propriétaires de la surface une rente annuelle de vingt-cinq centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.

Art. 10. (*Ut suprà.*)

Cahier des charges.

Cahier des charges, relatif à la concession houillère de LONG-PENDU.

(Extrait.)

Art. 1er. On continuera le fonçage du puits placé à environ neuf cents mètres au sud de Voissottes, indiqué sur les plans sous le nom de puits à M. de Montaigu, jusqu'à une profondeur de cent cinquante mètres, à moins qu'on ne rencontre plus près de la surface une couche de houille utilement exploitable.

Art. 2. Dans les six mois qui suivront la notification de l'ordonnance de concession, un puits de recherches sera ouvert sur l'affleurement que l'on observe entre Voissottes et le Chêne-Fredin. L'emplacement de ce puits sera déterminé par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, après que le concessionnaire aura été entendu.

Art. 3. Dans l'année qui suivra la notification de l'ordonnance de concession, le concessionnaire sera tenu de faire exécuter un sondage d'une profondeur de cent trente mètres au moins.

Ce sondage sera placé entre l'étang Bourdeau et le Chêne-Frédin. La position en sera déterminée par le préfet sur le rapport de l'ingénieur des mines, après avoir entendu le concessionnaire.

Usine à fer de la Chapelle-Saint-Robert.

Ordonnance du 17 octobre 1832, portant que MM. Charles-Antoine et Joseph de Rossignac et madame Louise-Elisabeth de Rossignac, leur sœur, épouse de M. Jean-Baptiste de Vassoigne, sont

autorisés à rétablir l'usine de fer, dite de la Chapelle-Saint-Robert, sur la rivière du Bandiat, arrondissement de Nontron (Dordogne).

La consistance de cette usine est fixée à :

Deux hauts-fourneaux pour fondre le minerai de fer au charbon de bois;

Deux foreries de canon;

Un bocard à crasses;

Un lavoir à bras.

Ordonnance du 29 octobre 1832, portant concession des mines de lignite de VESCAGNE (*Var*).

Mines de lignite de Vescagne.

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à MM. Suchet cadet (Jacques-Thomas) et Baron (Guillaume-Antoine), concession des mines de lignite de Vescagne, département du Var.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de quatorze kilomètres carrés douze hectares, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan joint à la présente ordonnance :

Vers l'*ouest*, par une ligne droite menée de l'angle sud de la maison de campagne de M. Semery, quartier de Saint-Barnabé, au point d'intersection du chemin de Vence à Coursegoule avec le lit de la Cagne;

Vers le *nord*, par une ligne droite tirée du point d'intersection ci-dessus à l'angle sud-est de la chapelle de Notre-Dame-de-Bezaudun;

Vers l'*est*, à partir de l'angle sud-est de la chapelle de Bezaudun par une droite tirée vers l'angle nord-ouest du castellet de Saint-Jeannet, mais seulement jusqu'au point D, où cette ligne coupe le lit de la Cagne;

Vers le *sud-est* et le *sud*, à partir du point d'intersection ci-dessus D, par une ligne droite tirée au point d'intersection E du chemin de Coursegoule à Vence, et d'une ligne droite tirée de l'angle sud de la campagne de M. Semery (quartier de Saint-Barnabé), au clocher de Gattières;

Enfin, à partir du point E ci-dessus, par la ligne droite

aboutissant à l'angle sud de la campagne de M. Semery, point de départ.

Art. 5. Ils (les concessionnaires) payeront aux propriétaires du sol......... une rente annuelle de cinq centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Cahier des charges.

Cahier des charges pour la concession des mines de lignite de VESCAGNE.

(Extrait.)

Art. 1er. Sur les affleuremens indiqués par la lettre D du plan, près du confluent de la Cagne et de la Cagnette, il sera établi un puits vertical destiné à exploiter, en profondeur, les trois veines de lignite, épaisses chacune d'un mètre, qui forment la couche totale; l'exploitation s'établira de bas en haut; il sera laissé sous les lits de la Cagne et de la Cagnette un massif de lignite de quinze mètres de profondeur verticale, et s'étendant, en largeur, à dix mètres au delà de chacune des rives des deux cours d'eau.

Usine à fer de Crozon.

Ordonnance du 5 *novembre* 1832, *portant que MM. et mademoiselle Borget sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite de Crozon, située sur la rivière de Bourdesoulle, commune de Crozon* (Indre).

La consistance de cette usine demeure fixée à :
Deux feux de grosse forge;
Un feu de petite forge;
Une mazerie;
Et un four de fenderie.

Lavoirs à mines d'Attricourt.

Ordonnance du 5 *novembre* 1832, *portant autorisation de tenir en activité douze lavoirs dans la commune d'Attricourt* (Haute-Saône).

(Extrait.)

Art. 1er. Le sieur Antoine-Eloy Lefebvre est autorisé

à mettre et tenir en activité les douze lavoirs à bras destinés au lavage du minerai de fer, qui sont établis dans l'emplacement indiqué au plan ci-joint, faisant partie de sa propriété, dite la ferme du Puits, commune d'Attricourt, arrondissement de Gray, département de la Haute-Saône.

Art. 2. Le lavage s'effectuera dans ces lavoirs au moyen des eaux pluviales, et, si faire se peut, avec celles provenant du trop plein du puits situé dans la propriété de l'impétrant. Ces eaux se réuniront dans le réservoir X qui sera muni de deux pales de 0m. 30. d'ouverture, destinées à alimenter les deux filets de lavoirs qui leur correspondront. Le dessus de ces pales devra excéder de 50. cent. le fond du lavoir supérieur.

Art. 3. L'impétrant sera tenu d'établir, pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage du minerai, 1°. le bassin *a*, *b*, *c*, *d*, tracé sur le plan, lequel aura deux cents mètres de longueur sur cinq mètres de largeur et un mètre trente centimètres de profondeur, son fond étant horizontal; 2°. une digue filtrante composée d'une couche verticale de sable interposée entre deux couches de gravier, laquelle aura trois mètres de longueur sur un mètre de hauteur, et dont la largeur sera déterminée de manière que les eaux du lavage se trouvent parfaitement clarifiées après l'avoir traversée.

Cette digue devra être placée à deux mètres environ de l'extrémité postérieure du bassin, et être couronnée par un massif imperméable de quinze à vingt centimètres de hauteur, dont le dessus affleurera les bords du bassin; elle devra être construite avec soin, et le permissionnaire demeurera tenu de l'entretenir constamment en bon état de service.

Art. 4. L'extrémité postérieure du bassin d'épuration sera pourvue d'une vanne de décharge destinée à régler l'écoulement de l'eau pendant le lavage, de manière que son niveau, en amont de la digue filtrante, demeure constamment à un ou deux centimètres au plus en contre-bas de sa partie supérieure.

Art. 5. Ledit bassin d'épuration devra être curé à fond toutes les fois que les eaux de lavage sortiront troubles de la digue filtrante, ou que le dépôt boueux s'élèvera jusqu'au niveau de la surface de l'eau, à vingt-cinq mètres en amont de cette digue.

Mines d'antimoine d'Auzonet.

*Ordonnance du 25 novembre 1832, portant concession des mines d'antimoine d'*Auzonet (*Gard*).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à la compagnie des mines de Villefort et de Vialas, concession de mines d'antimoine situées dans les communes de Portes, de Robiac et de Saint-Florent, département du Gard.

Art. 2. Cette concession, comprenant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés trente hectares, sera désignée sous le nom d'*Auzonet*; elle est limitée, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au *nord*, par deux lignes droites menées du hameau de Mazarnal à celui de Mercoire, et de celui-ci au hameau de Clamont ;

A l'*est*, par les lignes droites menées du hameau de Clamont au hameau de German, et de celui-ci au hameau le Roussel ;

Au *sud*, également par des lignes droites tirées du hameau le Roussel à celui de la Plane, et de la Plane au hameau les Mines;

A l'*ouest*, par deux lignes droites menées du hameau les Mines à celui de Masse, et de ce dernier hameau à celui de Mazarnal, point de départ.

La maison la plus centrale de chacun de ces hameaux sera le point de concours des lignes du périmètre.

Art. 5. Le droit attribué aux propriétaires de la surface......... est réglé à une rente annuelle de dix centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.

Cahier des charges.

*Cahier des charges pour la concession des mines d'antimoine d'*Auzonet.

(Extrait.)

Art. 1er. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de l'ordonnance de concession, les concessionnaires entreprendront des travaux de recherches, à l'effet de reconnaître, dans leur concession, les filons d'antimoine dont l'exploitation est susceptible d'être reprise avec avantage.

En même temps, les concessionnaires devront immédiatement faire arriver au bas du ravin des Cognasses, une galerie d'écoulement au point où elle avait été commencée par MM. Soustelle et Gramont en 1820, d'après les indications de l'ingénieur des mines; cette galerie sera continuée jusqu'à la rencontre du filon des Cognasses et selon la direction de ce filon, de manière à en reconnaître la richesse; elle servira, s'il y a lieu, de galerie d'exploitation et d'écoulement.

L'emplacement, les dimensions et la direction de cette galerie, ainsi que le mode d'exécution des recherches sur les autres points de la concession, seront déterminés d'une manière précise par le préfet, sur les rapports des ingénieurs des mines qui resteront chargés de la surveillance et de la direction de ces travaux.

Ordonnance du 25 novembre 1832, portant que la renonciation faite par la société Chambon, à la concession des mines de houille de Soustelle, *département du Gard, accordée à cette société par ordonnance royale du 12 mai 1830, est acceptée, sans préjudice des droits des tiers.*

Mines de houille de Soustelle.

Ordonnance du 25 novembre 1832, portant concession des mines de fer spathique de Theys *(Isère).*

Mines de fer de Theys.

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à MM. Souquet et Fenouillet concession de mines de fer spathique dans la commune de Theys, canton de Goncelin, arrondissement de Grenoble, département de l'Isère.

Art. 2. Cette concession, comprenant une étendue superficielle de 1 kilomètre carré 2 hectares, sera désignée sous le nom de concession de *Theys*; elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, savoir :

Au *sud*, par une ligne droite partant du rocher de la Tuerie-de-l'Ours, venant aboutir à une grosse roche si-

tuée au point K du plan, intersection de deux sentiers, et à 138 mètres sud-ouest de la fontaine du plan de la Coudre ;

A *l'ouest*, par une ligne droite partant de la grosse roche K, se dirigeant sur la grange d'Antoine Coquand au Mas-des-Frasses ; de cette grange par une ligne droite menée au point d'intersection du ruisseau de la Bealière avec le chemin de la réserve ; suivant ensuite ce chemin jusqu'à sa rencontre avec le ruisseau du Merle, et de ce point par une ligne droite jusqu'à la grange de Pré-Gernon, appartenant à Jean-Bellin Croyat ;

Au *nord*, par une ligne droite partant de cette grange, passant sur le châlet de M. Pouchot, et prolongée jusqu'à sa rencontre en P avec une ligne droite menée du châlet de la montagne de Laval à un point situé sur le ruisseau du Merle, à 552 mètres au-dessous de la Bouverie de Theys, puis à partir du point P, par ladite ligne droite jusqu'à son intersection avec le ruisseau du Merle; enfin par ce ruisseau, en le remontant jusqu'au châlet de la Bouverie de Theys (ces dernières lignes formant aussi les limites de la concession O accordée par l'ordonnance du 15 janvier 1817);

Enfin à *l'est*, par une ligne droite partant de la Bouverie de Theys, allant aboutir au rocher de la Tuerie-de-l'Ours, point de départ.

Art. 5......... Ils (les concessionnaires) payeront aux propriétaires du sol une rente annuelle de 5 centimes par hectare de terrain compris dans leur concession.

Art. 7. Les concessionnaires sont soumis à l'accomplissement des clauses et conditions imposées aux autres concessionnaires des mines de fer du canton d'Allevard, et qui sont énoncées tant dans l'ordonnance du 15 janvier 1817, que dans le cahier des charges annexé à cette ordonnance.

Mine de houille de Prelles.

Ordonnance du 25 novembre 1832, portant concession de la mine de houille anthracite de Prelles (*Hautes-Alpes*).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à M. Jean-Joseph Guille concession

de la mine de houille anthracite située sur le territoire de Prelles, commune de Saint-Martin-de-Queyrières, arrondissement de Briançon, département des Hautes-Alpes.

Art. 2. Cette concession, qui sera désignée sous le nom de concession de Prelles, embrasse une étendue superficielle de 49 hectares, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance; elle est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au *nord*, par une ligne droite joignant la crête du rocher dit du Collet, marqué par la lettre N sur le plan, à la crête du rocher dit du Poulard, désigné par la lettre L;

A *l'est*, par une ligne partant du rocher L du Poulard et venant aboutir à la prise du canal de la Seine, marquée par la lettre Q;

Au *sud*, par une ligne droite menée de ce dernier point Q au rocher O dit le Couagnès;

Enfin à *l'ouest*, par une ligne droite joignant le rocher O (le Couagnès) à la crête N du Collet, point de départ.

Art. 5. Il (le concessionnaire) payera aux propriétaires de la surface . . . . une rente annuelle de 5 centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.

Art. 7. La présente concession est faite sous la réserve des indemnités auxquelles les anciens exploitans pourraient avoir droit, conformément à l'art. 46 de la loi du 21 avril 1810, pour l'usage des voies souterraines, et d'autres moyens d'exploitation existant au moment de la prise en possession du concessionnaire.

Art. 8. Les conventions particulières, qui pourraient exister entre le concessionnaire et les propriétaires ou habitans de la commune, seront exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas contraires aux règles prescrites en vertu de l'acte de concession, pour la conduite des travaux souterrains et dans la vue d'une bonne exploitation.

Dans le cas opposé, elles ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité.

Art. 9. Conformément à sa déclaration publiée et affichée, interdiction est faite au concessionnaire d'em-

ployer à l'étançonnage de sa mine aucun bois provenant des bois communaux.

Cahier des charges.

Cahier des charges pour la concession de la mine de houille de Prelles.

(Extrait.)

Art. 1er. Dans le délai d'un mois, à dater de la notification de l'ordonnance de concession, le préfet déterminera, sur le rapport de l'ingénieur des mines, le concessionnaire entendu, l'emplacement d'une première galerie de recherches et d'exploitation, qui sera ouverte au niveau du gros ruisseau de Prelles, afin d'atteindre la partie inférieure de la couche dont l'affleurement est naturellement exploité. Cette galerie sera poussée perpendiculairement à la direction de la couche et avec la pente nécessaire pour l'écoulement des eaux. Elle sera boisée solidement comme devant servir à la fois à l'écoulement des eaux, à l'extraction des matières et à l'airage; ses dimensions en longueur, largeur, hauteur, seront déterminées par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur, le concessionnaire entendu.

Usine à fer de Perrecy-les-Forges.

Ordonnance du 25 *novembre* 1832, *portant que M. Bertheault est autorisé à ajouter à l'usine à fer de Perrecy, commune de Perrecy-les-Forges, arrondissement de Charolles* (Saône-et-Loire) :

1°. Sept fours à réverbère ou fours à pudler et à réchauffer;

2°. Trois trains de laminoirs pour l'étirage du fer.

Mine de manganèse de Saint-Christophe-le-Chaudry.

Ordonnance du 25 *novembre* 1832, *portant concession de la mine de manganèse de* Saint-Christophe-le-Chaudry (*Cher*).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à Mme. Catherine Solange-Desjobert,

veuve Bonyaud, et à M. François Duris de Boulinbert, concession d'une mine de manganèse située dans la commune de Saint-Christophe-le-Chaudry, arrondissement de Saint-Amand, département du Cher.

Art. 2. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de 176 hectares 45 ares, sera désignée sous le nom de concession de Saint-Christophe-le-Chaudry; elle est limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au *nord-est*, par une ligne partant du pignon Est de la grange du domaine de Chaillot, et aboutissant au pignon Nord de la grange du domaine de Saint-Martin;

Au *sud-est*, par une ligne partant du pignon Nord de la grange du domaine de Saint-Martin, et aboutissant au pignon Est de la grange du domaine de la Forêt ;

Au *sud-ouest*, par une ligne partant du pignon Est de la grange du domaine de la Forêt, et aboutissant au pignon Est du moulin de Saint-Christophe ;

A l'*ouest*, par une ligne partant du pignon est du moulin de Saint-Christophe, et aboutissant au pignon Est du domaine de Chaillot, point de départ.

Art. 5. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, est fixé à une rente de 10 centimes par hectare, conformément à la proposition des demandeurs, qui a été portée par les affiches de la demande à la connaissance du public.

Cahier des charges pour la concession de la mine de manganèse de SAINT-CHRISTOPHE-LE-CHAUDRY.

Cahier des charges.

(Extrait.)

Art. 1er. Dans le délai de six mois, à dater de la notification de l'ordonnance de concession, les concessionnaires seront tenus d'ouvrir, au lieu qui leur sera désigné par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, un puits de recherches de 2 mètres de longueur sur 1 mètre de largeur, en dedans du boisage, et d'approfondir ce puits jusqu'au terrain situé au-dessous du terrain de grès métallifère, ou au moins jusqu'à la profondeur où il sera reconnu que ce grès est tout-à-fait stérile. Le puits sera boisé avec soin

partout où le terrain ne présentera pas une grande solidité.

Art. 2. A partir de ce puits, des galeries seront poussées, s'il y a lieu, à diverses profondeurs pour reconnaître les gîtes métallifères que les puits auraient traversés. La position, la direction et les dimensions de ces galeries seront déterminées par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu.

Forge du Moulin-au-Bois.

Ordonnance du 27 novembre 1832, portant que MM. Joseph Falatieu, Marc-Antoine Falatieu, Joseph-Louis Falatieu, Marguerite Falatieu, épouse Chavannes, et Henriette Falatieu, sont autorisés à conserver et tenir en activité la forge du Moulin-au-Bois, située sur le ruisseau de Baignerot, dans la commune de Bains (Vosges).

Cette usine est composée : 1°. de trois feux d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer, et d'un four à réverbère chauffé avec la flamme d'un de ces feux pour le chauffage du fer cylindré ; 2°. de deux gros marteaux et trois paires de cylindres cannelés pour l'étirage du fer.

Tréfilerie de la Pipée.

Ordonnance du 27 novembre 1832, portant que MM. Joseph Falatieu, Joseph-Louis Falatieu, Marc-Antoine Falatieu, Mme. Marguerite Falatieu, épouse Chavannes, et Mlle. Henriette Falatieu, sont autorisés à conserver et tenir en activité la tréfilerie de la Pipée, située sur la rivière du Coney, dans la commune de Fontenoy-le-Château (Vosges).

Cette usine est composée de deux martinets avec leur chaufferie, et d'une tréfilerie comprenant les fours et mécanismes nécessaires à cette fabrication.

Ordonnance du 27 novembre 1832, portant que M. Joseph Falatieu est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine dite la manufacture de fer-blanc de Bains, située sur la rivière de Coney, commune de Bains (Vosges). Usine à fer de Bains.

Cette usine est composée :

1°. De cinq feux d'affinerie pour la conversion de la fonte en fer, et de cinq fours à réverbère, situés au-dessus de ces feux et chauffés avec la flamme qui s'en dégage, pour le chauffage du fer en barres et des feuilles de tôle ;

2°. De cinq gros marteaux, trois paires de cylindres et des autres mécanismes et ateliers nécessaires à la fabrication du fer en barres et de la tôle ;

3°. D'une manufacture de fer-blanc, comprenant les fours, creusets et mécanismes nécessaires à cette fabrication.

Ordonnance du 27 novembre 1832, portant que M. Joseph Falatieu est autorisé à conserver et tenir en activité la forge de Grurupt, située sur le ruisseau de ce nom, dans la commune de Fontenoy-le-Château (Vosges). Forge de Grurupt.

Cette usine est composée de deux feux d'affinerie et de deux gros marteaux pour la conversion de la fonte en fer.

Ordonnance du 27 novembre 1832, portant que M. Augustin Barrachin est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer du Hurtault, qu'il possède sur le ruisseau de Vaux, dans la commune de Signy-l'Abbaye (Ardennes.) Usine à fer du Hurtault.

Cette usine est composée :

1°. De deux hauts-fournaux ;

2°. De deux feux d'affinerie ;

3°. D'un feu de chaufferie ;

4°. De deux bocards à crasse.

Forge de Beaulieu.

Ordonnance du 13 décembre 1832, portant que M. Nicolas Joffrin-Paté est autorisé à conserver la forge qu'il a établie sur la rive droite de l'Aube, au lieu dit Beaulieu, commune de Jessaint (Aube).

Cette usine est composée d'un four à réverbère et d'une chaufferie, de trois roues hydrauliques et de deux marteaux.

Mine d'anthracite de l'Huisserie.

Ordonnance du 13 décembre 1832, portant concession d'une mine de houille anthracite dans la commune de l'Huisserie (Mayenne).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à MM. Jacques Triger, Pierre-Marie-Joseph Courte, Louis-Morin Blottais, Philippe-Morin Blottais et Amand Rousseau de Montfrand, concession d'une mine de charbon de terre (houille anthracite), découverte dans la commune de l'Huisserie, arrondissement de Laval, département de la Mayenne.

Art. 2. Cette concession, dont l'étendue superficielle est de onze kilomètres carrés dix hectr es, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance:

Au *nord-ouest*, par deux lignes droites menées la première de la Semondière au Bocage, et la seconde du Bocage à la métairie de l'Aubépin ;

Au *nord-est*, par une ligne droite menée de l'Aubépin à l'Huisserie, et prolongée de ce dernier point jusqu'au moulin de Bonne sur la Mayenne;

A l'*est*, par la rive droite de la Mayenne jusqu'au point où le Vicoin se jette dans cette rivière;

Au *sud-ouest*, par une ligne droite menée dudit point où le Vicoin se jette dans la Mayenne, jusqu'à la Semondière, point de départ.

Art. 5. ..... Ils (les concessionnaires) payeront aux propriétaires de la surface une rente annuelle de cinq centimes par hectare de terrain compris dans l'étendue de la concession.

Ordonnance du 14 décembre 1832.

(Discussions entre la compagnie du chemin de fer de Saint-Étienne à Lyon et les concessionnaires des mines de Couzon. — Renvoi des parties devant les tribunaux. — Rejet du pourvoi de la compagnie du chemin de fer.)

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative;

Vu la requête à nous présentée au nom de la compagnie anonyme du chemin de fer de St.-Etienne à Lyon, dont le siége est à Paris, rue du Bac, n°. 26, poursuite et diligence des sieurs Seguin frères, demeurant à Annonay, département de l'Ardèche, et du sieur Edouard Biot, demeurant à Paris, au collége de France; ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'état, le 5 juillet 1831, et tendant à ce qu'il nous plaise, en la forme, les recevoir opposans à l'exécution de l'ordonnance royale rendue contr'eux, par défaut, le 8 avril 1831 (1); au fond annuler ladite ordonnance en ce

---

(1) *Ordonnance du roi, du* 8 *avril* 1831.

Louis Philippe, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative;

Vu le renvoi fait le 23 mars dernier, par notre garde des sceaux ministre de la justice, au secrétaire général de notre conseil d'état, d'un arrêté de conflit pris le 24 février précédent, par le préfet du département de la Loire, dans une contestation survenue entre les concessionnaires de la mine de houille de Couzon et la compagnie du chemin de fer de St.-Etienne à Lyon, et dont est saisie la cour royale de cette dernière ville:

Vu l'ordonnance royale du 7 juin 1826, qui a déclaré les sieurs Seguin frères, Biot et compagnie, concessionnaires d'un chemin de fer à construire de St.-Etienne à Lyon;

Vu une autre ordonnance du 4 juillet 1827, qui a tracé la direction de ce chemin;

Vu un arrêté du préfet du département de la Loire, en date du 25 novembre 1829, qui a prescrit aux concessionnaires de la mine de Couzon de cesser tous travaux d'exploitation sous ce ditchemin de fer, arrêté que cesdits concessionnaires ont déféré au ministre de l'intérieur;

Vu un jugement du tribunal de première instance de Saint-Etienne, en date du 19 juin 1830, et par lequel ce tribunal a déclaré sa compétence pour statuer sur les demandes en indem-

qu'elle a décidé que les tribunaux sont seuls compétens pour juger la contestation sur laquelle le préfet de la Loire

---

nité formées devant lui par les propriétaires de la mine de Couzon contre la compagnie concessionnaire du chemin de fer de St.-Etienne à Lyon;

Vu un premier arrêté de conflit du 6 juillet 1830, pris par le préfet du département de la Loire, et sur lequel il n'a pas été par nous statué dans les délais déterminés par l'ordonnance réglementaire du 1er. juin 1828;

Vu l'acte du 19 février 1831, par lequel la société anonyme du chemin de fer de St.-Etienne déclare se porter appelante du jugement ci-dessus visé;

Vu un second arrêté du 24 du même mois de février, par lequel le préfet du département de la Loire élève de nouveau le conflit contre cedit jugement du 19 juin 1830;

Vu l'arrêté de sursis rendu le 2 mars 1831, par la cour royale de Lyon;

Vu toutes les autres pièces jointes au dossier;

Vu l'ordonnance réglementaire du 1er. juin 1828;

Ouï, dans la séance publique du 2 avril 1831, Me. Lacoste, avocat, dans ses observations pour la compagnie concessionnaire des mines de Couzon, et M. de Chasseloup Laubat, maître des requêtes, faisant fonctions du ministère public;

En la forme: considérant, d'une part, que par suite de l'expiration des délais fixés par l'art. 15 de l'ordonnance réglementaire du 1er. juin 1828, sans qu'il y ait été statué sur l'arrêté du 6 juillet 1830, qui avait élevé, dans l'espèce, un conflit d'attribution; cet arrêt a dû être considéré comme non avenu, aux termes de l'art. 16 de la même ordonnance;

Considérant, d'autre part, qu'à l'époque où le préfet du département de la Loire a pris un second arrêté de revendication du 24 février 1831, la cour royale de Lyon était saisie de l'appel du jugement du 19 juin 1830, contre lequel le conflit est élevé de nouveau;

Et que dès lors le préfet n'aurait pas dû revendiquer la cause avant d'avoir, par un nouveau déclinatoire, mis la cour royale de Lyon à portée de statuer sur sa propre compétence;

Au fond, considérant que, par les conclusions prises devant les tribunaux, les concessionnaires de la mine de Couzon ne tendent ni à contester à l'administration le droit de police sur les mines, qui lui appartient en vertu de l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810, ni à faire réformer ou modifier les actes de l'autorité administrative, relatifs soit à l'établissement même du chemin de fer, soit à l'exercice du droit de police dont il s'agit;

Que les concessionnaires de la mine de Couzon se bornent à conclure contre la compagnie du chemin de fer au payement des indemnités qu'ils prétendent leur être dues, soit pour une portion de leur périmètre dont ils avaient été privés par suite de l'exécution du chemin de fer au travers dudit périmètre, soit à

a élevé un conflit d'attribution par son arrêté du 24 février 1831; déclarer que l'annulation dudit conflit pour vice de forme ne fait pas obstacle à ce qu'il soit renouvelé en temps utile dans une forme régulière, condamner les défendeurs aux dépens;

Vu le mémoire en défense des sieurs Bernard Allimard et compagnie, concessionnaires des mines de Couzon, arrondissement de St.-Etienne; ledit mémoire enregistré audit secrétariat général, le 19 novembre 1831, et tendant à ce qu'il nous plaise rejeter la requête des sieurs Seguin et Biot, avec dépens;

Vu notre ordonnance attaquée, du 8 avril 1831, laquelle annule l'arrêté du conflit pris par le préfet du département de la Loire, le 24 février 1831, et renvoie la cause et les parties devant les tribunaux;

Vu la lettre de notre ministre du commerce et des travaux publics, du 9 août 1832, contenant des renseignemens et observations sur l'objet de la présente contestation;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 10 mars 1830;

Vu le règlement du 22 juillet 1806;

Vu l'ordonnance réglementaire du 1er. juin 1828;

Ouï M. Chasseloup Laubat, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Sur la fin de non-recevoir : considérant que les articles 13 et 15 de l'ordonnance susvisée, du 1er. juin 1828, ont déterminé des formes spéciales pour l'instruction des conflits et la défense des parties intéressées, et que ces formes, ainsi que les délais particuliers établis par la même ordonnance, sont exclusifs du droit d'opposition

---

cause des inhibitions prononcées et des travaux ordonnés par l'arrêté ci dessus visé du 25 novembre 1829, et que les tribunaux sont seuls compétens pour procéder, s'il y a lieu, au règlement de toutes ces indemnités:

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. L'arrêté de conflit pris par le préfet du département de la Loire, le 24 février 1831, est annulé. La cause et les parties sont renvoyées devant les tribunaux.

Art. 2. Notre garde des sceaux ministre de la justice et notre ministre des travaux publics et du commerce, sont chargés, etc.

autorisé dans les affaires ordinaires par le règlement du 22 juillet 1806 ;

Notre conseil d'état entendu, nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1er. La requête de la compagnie anonyme du chemin de fer de St.-Etienne à Lyon est rejetée.

Art. 2. Ladite compagnie est condamnée aux dépens.

Art. 3. Notre garde des sceaux ministre secrétaire d'état de la justice et notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Haut-fourneau de Lanques.

Ordonnance du 21 décembre 1832, portant que M. Mengin-Fondragon est autorisé à établir un haut-fourneau pour le traitement du minerai de fer sur la rivière du Rognon, commune de Lanques, arrondissement de Chaumont (Haute-Marne).

Mine de fer de Jussey.

Ordonnance du 25 décembre 1832, portant concession d'une mine de fer située dans la commune de Jussey (*Haute-Saône*).

(Extrait.)

Art. 1er. Il est fait à MM. Balthazard et Gaspard Mongenet et à MM. Galaire et Patret, concession de la mine de fer située dans la commune de Jussey, arrondissement de Vesoul, département de la Haute-Saône.

Art. 2. Cette concession renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés, soixante-quatre hectares, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Au *nord*, par six lignes droites allant, la 1re., de l'angle sud-ouest (point A du plan) d'un champ situé au lieu dit les Mimières, appartenant à M. Joseph Mathelat, à la rencontre (point B du plan) du chemin de défruitement des prés dits de la Bourse avec le chemin vicinal de Jussey à Vitrey ; la 2e., de ladite rencontre B de

ces deux chemins à l'angle ouest (point C du plan) de la maison de M. Martin Beligne, sise sur ledit chemin vicinal de Jussey à Vitrey; la 3e., dudit angle C de la maison de M. Béligne à l'angle nord-ouest (point D du plan) d'une pièce de terre sise au lieu dit *au-dessus des vignes de l'Hôpital*, et appartenant aux héritiers de M. André Mottet; la 4e., dudit angle D de ladite pièce de terre à l'angle sud-ouest (point E du plan) du clos des Capucins; la 5e., dudit angle E du clos des Capucins à l'angle sud-est (point F du plan) de la maison de M. Claude Guérin, dans la grande rue à Jussey, au coin de la rue dite le Chemin-des-Capucins; la 6e., dudit angle F de la maison de M. Claude Guérin à l'angle nord-ouest (point G du plan) de la maison de M. Jean-Baptiste Moureau, rue du dessus à Jussey;

Au *nord-est*, par une ligne droite allant dudit angle G de la maison de M. Moureau à l'angle ouest (point H du plan) du jardin de M. Bouriot, situé au lieu dit le Chapon, sur le chemin de Jussey au grand bois;

Au *sud-est* et au sud, par deux lignes droites allant l'une dudit angle H du jardin de M. Bouriot au centre (point I du plan) d'un aquéduc situé sur la route départementale de Besançon à Neufchâteau, vis-à-vis le lieu dit le Bas-des-Varennes, et l'autre dudit centre I de l'aquéduc à l'angle nord-ouest (point J du plan) de la maison dite *la Ferme de la Craye*, appartenant aux héritiers de M. François Rolland;

A l'*ouest* enfin, par une ligne allant dudit angle J de la ferme de la Craye, à l'angle sud-ouest A du champ de M. Mathelat, point de départ.

Art. 5. ..... Ils (les concessionnaires) payeront aux propriétaires des terrains compris dans l'étendue de la concession une rente annuelle de dix centimes par hectare.

Art. 7. Tant que les usines de Cendrecourt, de Varigny et de Vrécourt seront en activité, les concessionnaires ne pourront livrer de minerai au commerce avant d'avoir fourni à ces usines les quantités de minerais qui seront nécessaires à leur exploitation, au prix qui sera réglé par l'administration, conformément à l'article 70 de la loi du 21 avril 1810. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, d'une manière

analogue à ce qui est prescrit par l'article 64 de cette loi.

Art. 9. Ils (les concessionnaires) sont particulièrement tenus d'exploiter de façon à ne point compromettre l'existence des sources qui alimentent actuellement les fontaines de la ville de Jussey, ni la quantité de leur affluence, ni la qualité de leurs eaux.

Dans les six mois qui suivront la notification de la présente ordonnance, l'ingénieur des mines départi fera une ou plusieurs coupes géologiques, exactement nivelées, des parties de la concession sise à l'entour de la ville, à l'effet de reconnaître s'il ne serait pas à craindre que des travaux d'exploitation dans l'aval du gîte ne démergeassent les couches calcaires qui se trouvent dans le mur de celui-ci, et qui paraissent former le réceptacle de l'eau des sources de cette commune.

Dans un rapport qui accompagnera ces coupes, il examinera s'il ne convient pas d'interdire l'exploitation de la partie d'aval du gîte du minerai de fer, ou d'adopter un mode d'exploitation particulier pour cette partie. Tous droits des tiers propriétaires des eaux sont et demeurent réservés contre les concessionnaires.

Cahier des charges

Cahier des charges, relatif à la concession de la mine de fer de Jussey.

(Extrait.)

Art. 1er. L'exploitation sera préparée d'abord dans la partie septentrionale du gîte par des galeries principales qui déboucheront au jour, soit sur les versans du Mont-Simon, soit sur ceux des monts de Varenne et de la Craye, et qui seront ouvertes suivant la direction du gîte à 150 ou 200 mètres en aval l'une de l'autre, à partir de la partie d'amont du gîte. On donnera à ces galeries 1m60 de largeur, sur 2m. à 2m50 c. de hauteur, selon la puissanee du gîte et la solidité du toit, et on les conduira sans sinuosités autant que faire se pourra et avec un sol égal. Ces galeries principales seront poussées jusqu'à la rencontre des galeries semblables qui seront ouvertes sur le versant opposé à celui où se trouvera leur orifice.

Les travaux d'exploitation souterrains seront interdits dans un rayon de 50 mètres à l'entour des habitations ac-

tuellement existantes dans la partie méridionale de la ville de Jussey.

Quant à la partie méridionale du gîte, il sera décidé plus tard comment son exploitation devra être préparée et effectuée.

Art. 2. L'exploitation, dans les champs d'exploitation préparés par les galeries d'allongement principales, se fera au moyen de galeries de pendage qui seront ouvertes en amont de ces galeries suivant la ligne de plus grande pente, lorsqu'elle n'excèdera pas 6 ou 8 degrés, ou bien transversalement, lorsque l'inclinaison sera plus forte. Elle devra commencer par le champ d'exploitation le plus septentrional, et se continuer successivement du nord au sud dans les autres champs.

Les galeries de pendage d'un même champ d'exploitation seront poussées, soit jusqu'à l'affleurement du gîte, soit jusqu'à la galerie d'allongement supérieure.

Lorsque les galeries de pendage seront parvenues à la limite du champ d'exploitation, on recoupera les massifs ou piliers de refend, laissés entre ces galeries par des galeries de traverse qui seront pratiquées successivement à partir de l'extrémité supérieure des galeries de pendage, en descendant vers la galerie d'allongement inférieure. Ces traverses de recoupement seront ouvertes à des distances telles que les piliers intermédiaires puissent soutenir la pression du toit des excavations voisines, et elles devront être remblayées avec les déblais provenant du tirage du minerai qui sera opéré dans la mine.

Art. 3. Les dimensions et les distances respectives des diverses galeries d'exploitation seront déterminées pour chaque champ d'exploitation, par le préfet, sur la proposition des concessionnaires et le rapport des ingénieurs des mines départis.

A cet effet, les concessionnaires adresseront au préfet, dans le délai qui leur sera indiqué, les plans sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, des travaux à faire dans chaque champ d'exploitation, avec les coupes jugées nécessaires, et un mémoire indiquant le mode circonstancié de l'exploitation projetée.

Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution du projet des travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés à l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810, et

aux titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si le projet assure à la mine une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le préfet apportera au projet les modifications reconnues nécessaires avant d'en autoriser l'exécution, sauf recours, s'il y a lieu, par-devant le ministre du commerce et des travaux publics.

Art. 4. Si par la suite on vient à reconnaître que les dispositions prescrites par les articles 1 et 2 ci-dessus, sont susceptibles de modifications, et qu'il convient d'en adopter d'autres, il sera statué par le ministre du commerce et des travaux publics, les concessionnaires, les ingénieurs et le préfet préalablement entendus.

S'il s'agit de modifications aux dispositions énoncées à l'article 3, il y sera pourvu suivant ce qui est indiqué au dit article.

Les dispositions du présent article sont applicables au cas où l'on découvrirait dans la concession de nouveaux gîtes de minerai de fer susceptibles d'être exploités avec avantage.

ADDITION

Au Mémoire sur le Cantal et le Mont-Dore, par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont.

Dans tous les calculs du Mémoire précédent nous avons supposé que la surface soulevée était rigoureusement horizontale avant le soulèvement. Il est bien probable, vu la viscosité des matières volcaniques en fusion, que le nombre des cas où cette supposition serait parfaitement exacte est très-petit, et que le plus souvent le soulèvement n'a brisé et relevé qu'une surface plus ou moins inégale; mais il est aisé de s'assurer que ces irrégularités probables, dont nous n'avons tenu aucun compte, pouvaient en effet être négligées sans donner lieu à de grandes erreurs dans les résultats approximatifs que nous avons cherché à obtenir. Supposons, en effet, que la surface primitive de l'espace compris dans la circonférence de la base du cône de soulèvement, au lieu d'être exactement plane, fût déjà bombée, et qu'au point qui correspondait au centre de ce cercle elle fût déjà élevée d'une quantité H' au-dessus du plan horizontal, dans lequel ce même cercle est tracé. Afin d'obtenir un nouveau degré d'aproximation, tenons compte de la partie la plus importante du bombement dont il s'agit, en supposant que la surface primitive de l'espace soulevé ait été celle d'un cône, ayant même base et même axe que le cône formé par le soulèvement, et une hauteur H' égale à celle du bombement dont il s'agit. Le soulèvement, au lieu d'avoir déchiré une surface

plane, aura déchiré cette surface conique suivant ses arêtes, et en aura relevé les secteurs désunis, de manière à leur faire prendre l'inclinaison observée dans le cône de soulèvement, dont la hauteur est H; H est, d'après l'hypothèse même, plus grand que H′. Le cône de soulèvement ne devra plus alors être comparé au cercle qui lui sert de base, mais au cône d'une hauteur H′, qui a aussi ce même cercle pour base. Cette comparaison pourra s'établir par des procédés analogues à ceux que nous avons employés, pour obtenir les formules (1) et (2), et en suivant les méthodes de simplification que nous avons déjà mises en usage; on trouvera que dans cette nouvelle hypothèse les formules (1) et (2) sont respectivement remplacées par les suivantes:

$$S = \frac{1}{2}\pi\,(H^2 - H'^2)$$

$$\Sigma f = \pi\,(R - r)\left(\frac{H^2 - H'^2}{R^2}\right).$$

Ces formules se réduisent aux formules (1) et (2), lorsqu'on suppose que H′ est nul ou que la surface primitive est plane. L'erreur commise, en supposant que la surface primitive était plane au lieu d'être conique, se trouve mesurée par le rapport du second terme de ces nouvelles formules au premier, c'est-à-dire par le carré du rapport de la hauteur du cône primitif à celle du cône de soulèvement; carré, qui sera toujours très-petit, si la hauteur du cône primitif n'a pu être qu'une fraction peu considérable de celle du cône définitif résultant du soulèvement; ou, ce qui revient au même, si l'inclinaison des arêtes du cône de soulèvement surpasse, dans une proportion considérable, celle qu'il est possible de supposer à la surface

d'une large nappe de matière fondue, refroidie tranquillement. Attribuer à une pareille surface une inclinaison moyenne d'un degré, serait déjà peut-être une hypothèse fort hasardée; car bien peu de courans de lave ont pris une forme basaltique dans des vallées d'une pente moyenne, de 175 mètres par myriamètre, pente qui correspond à une inclinaison d'un degré.

L'erreur commise, en supposant que la surface primitive était plane, n'a donc pu influer d'une manière bien sensible sur les résultats de nos calculs. Cela vient de ce que l'ouverture des fissures de déchirement résulte beaucoup plus des dernières parties du mouvement angulaire des secteurs désunis que des premières, circonstance dont il est aisé de se rendre compte, et qui se lit même dans les formules que nous venons trouver. Cette circonstance, qu'il était important de noter, fait qu'il serait très-difficile de reconstruire, ainsi qu'on aurait pu se le proposer, la surface primitive du sol d'après la forme du sol soulevé. L'examen des nappes de matière fondue, limite presque seul la pente des inégalités qu'on peut concevoir dans cette surface primitive; et la forme des formules laisse à cet égard une latitude qu'on n'aurait peut-être pas été porté à supposer avant d'en avoir obtenu l'évaluation.

Pour le Cantal, par exemple, nous avons trouvé $H = 1420$ mètres; si on supposait qu'avant le soulèvement la masse volcanique du Cantal eût déjà pu être assimilée à un cône élevé de 450 mètres au-dessus des terrains environnans, on aurait :

$$\frac{H'}{H} = \frac{450}{1420}$$

et par suite

$$H'^2 = H^2 \left(\frac{450}{1420}\right)^2 = H^2 (0,1004),$$

c'est-à-dire que H'^2 ne serait guères qu'un dixième de H^2, et que l'erreur que nous aurions introduite dans tous nos résultats, en négligeant la gibbosité primitive du Cantal, ne serait guères que d'un dixième.

Nous avons trouvé pour le Mont-Dore H= 1195 mètres. Si on suppose que la surface primitive du Mont-Dore ait pu être représentée par un cône ayant son centre vers le Pic-de-Sancy, et une hauteur de 400 mètres au-dessus des terrains environnans, on aura :

$$\frac{H'}{H} = \frac{400}{1195}$$

$$H'^2 = H^2 \left(\frac{400}{1195}\right)^2 = H^2 (0,112);$$

ainsi H'^2 ne sera guères que le dixième de H^2, et l'erreur que nous aurons introduite dans nos résultats, en négligeant la gibbosité primitive du Mont-Dore, sera de très-peu supérieure à un dixième.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME IIIe.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

CHIMIE. — RECHERCHES DOCIMASTIQUES.

EXTRAITS (TRAVAUX DE 1832).

ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES.

EXTRAITS (TRAVAUX DE 1832).

MINÉRALURGIE.

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

STATISTIQUE.

ADMINISTRATION. — JURISPRUDENCE DES MINES.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

PLANCHES JOINTES AU TOME IIIe.

FIN DU TOME TROISIÈME.

ERRATUM.

Page 37, *dernière ligne ; au lieu de* 1,000 *à* 1,200 *francs.*

Lisez : 10,000 *à* 12,000 *fr.*

Page 244, *ligne* 15 : après ces mots : *en faisant* $t = 0$ *au lieu de*

$$\log. D = \log. a + \log. m = \frac{(t' - 1)\log. d'' - (t'' - 1)\log. d'}{t'' - t}$$

Lisez :

en général $\log. d = t\log. a + \log. m = \dfrac{(t' - t)\log. d'' - (t'' - t)\log. d'}{t' \;\; t''}$

$$\text{et } \log. D = \log. m = \frac{t'\log. d'' - t''\log. t'}{t' - t''}$$

Fin de la page 552, *au lieu de* $K = \dfrac{H^2}{R}$. *Lisez* : $K = \dfrac{H^2}{2R}$.

Addition aux ordonnances.

C'EST par erreur qu'à l'avant-dernier paragraphe de la circulaire du 1[er]. mars 1833, n°. 4, l'état par arrondissement *B* se trouve indiqué parmi ceux qui devront être remplis par les ingénieurs ordinaires. Cet état, ainsi qu'on l'a fait observer au second paragraphe de la page 3, doit offrir un simple dépouillement des états *A*, que les ingénieurs ordinaires auront dressés par département. Il est dès lors évident que ce dépouillement ne peut être fait que par les ingénieurs en chef. Tous les états *A* devront, du reste, être adressés par ces derniers à l'administration avec les états *B*.

Quant aux états *C*, *D* et *E*, les ingénieurs ordinaires consigneront sur chacun d'eux les documens relatifs aux divers départemens dont ils sont chargés, et les ingénieurs en chef en feront aussi le dépouillement sur des états semblables pour tout leur arrondissement. Il ne sera pas nécessaire que les états qui auront été rédigés par les ingénieurs ordinaires soient envoyés à l'administration avec ceux des ingénieurs en chef.

...ue des Moteurs.

Fig. 5.

b
d
m a n
c
q o p

Fig. 7.

au Plan

10 décim

1 2 3 4 5 10 20 décim
Echelle de la Fig. 7.

Fig. 8.

d
e
e

1 2 3 4 5 10 décim
Echelle de la Fig. 8.

Dessiné par E. L. Dufourcq. Gravé par Adam.

...rry. (Pyrénées orientales)

Quintillan

Cascastel

...ron

Terrain de transition

Craie

...à Carrières de Caunes. (Aude)

...ig. 2

Fig. 3.

nautiles exploités

...e schisteux avec nautiles orthocères &c.

Marbre gris avec nautiles et encrines

Calcaire compacte avec polypiers

Schiste et calcaire mélangé

...istallise

Ophites près S.t Girons. (Ariège)

Val du ...

Montesquieu

...n

...aire du Jura

Craie

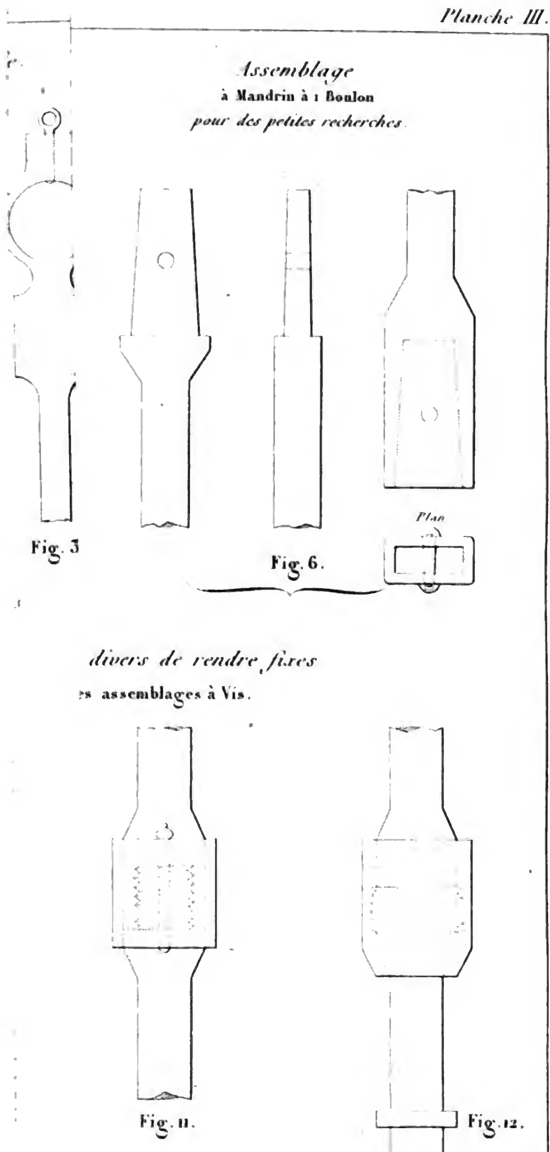
...erp de Bédarrieux.

Bédarrieux

Calcaire du Jura

bigarré

Gravé par Adam



Dessiné par G. Maroux   Gravé par Adam

...de-Gier. (Loire)

Différences de niveau entre les divers puits et le puits Bourret.

1	19.m 44	13	9.m 80
2	24, 94	14	32, 80
3	17, 15	15	33, 30
4	109, 13	16	–4, 44
5	26, 30	17	....
6	8, 72	18	15, 39
7	43, 96	19	–3, 10
8	12, 01	20	43, 70
9	30, 00	21	23, 87
10	0, 00	22	–3, 10
11	13, 73	23	–9, 37
12	31, 25		

Espérance ◆ 21

Puits de la découverte

les Verchères

RIVE-DE-GIER

P. Jamen 23

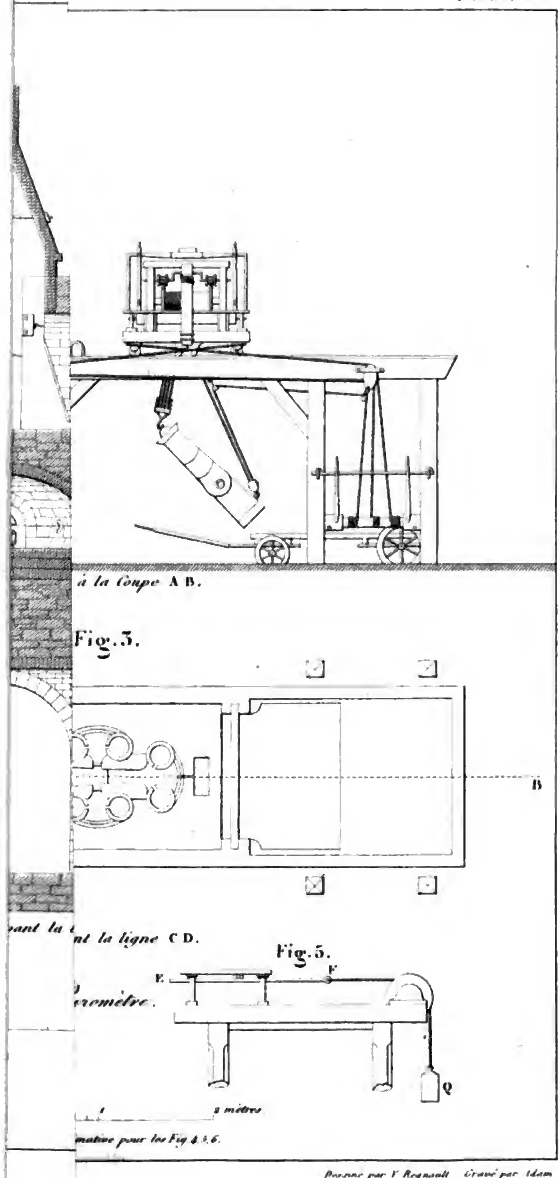
Le Logis des Peres

PLAN ET COUPES
des travaux souterrains
des Concessions
de Mines de Houille,
dans les Vallons
de la Durèze
ET DU GIER.
Dressés à l'Echelle
de $\frac{1}{10,000}$

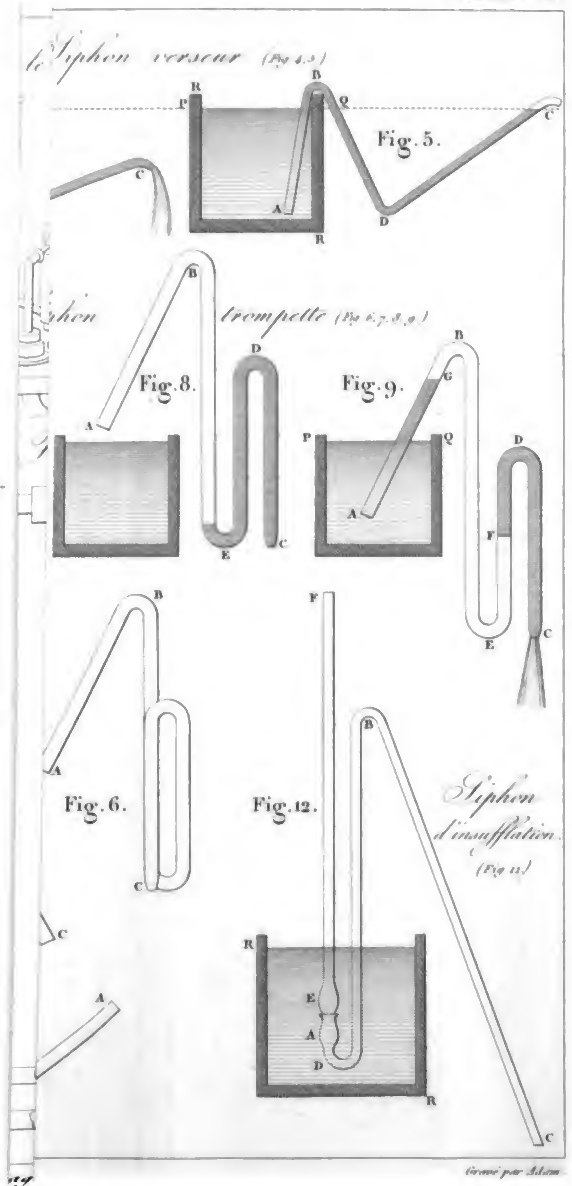
50 100 500

Echelle de 500 mètres

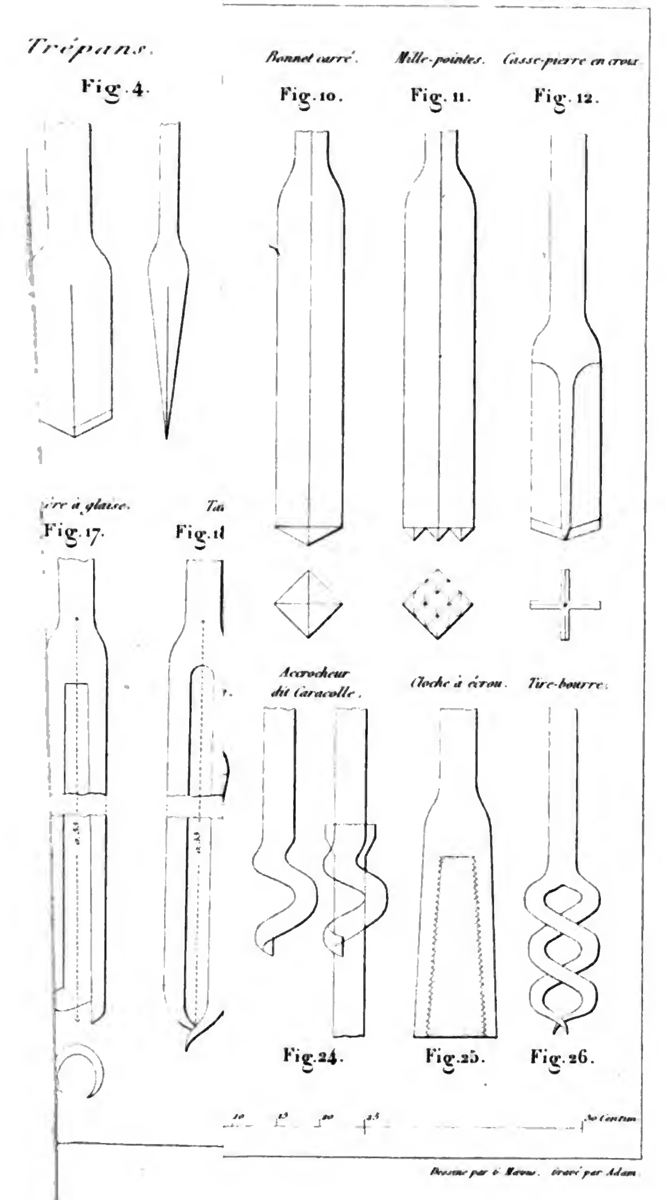
Dessiné par A. de Beaudry. Gravé par Adam.

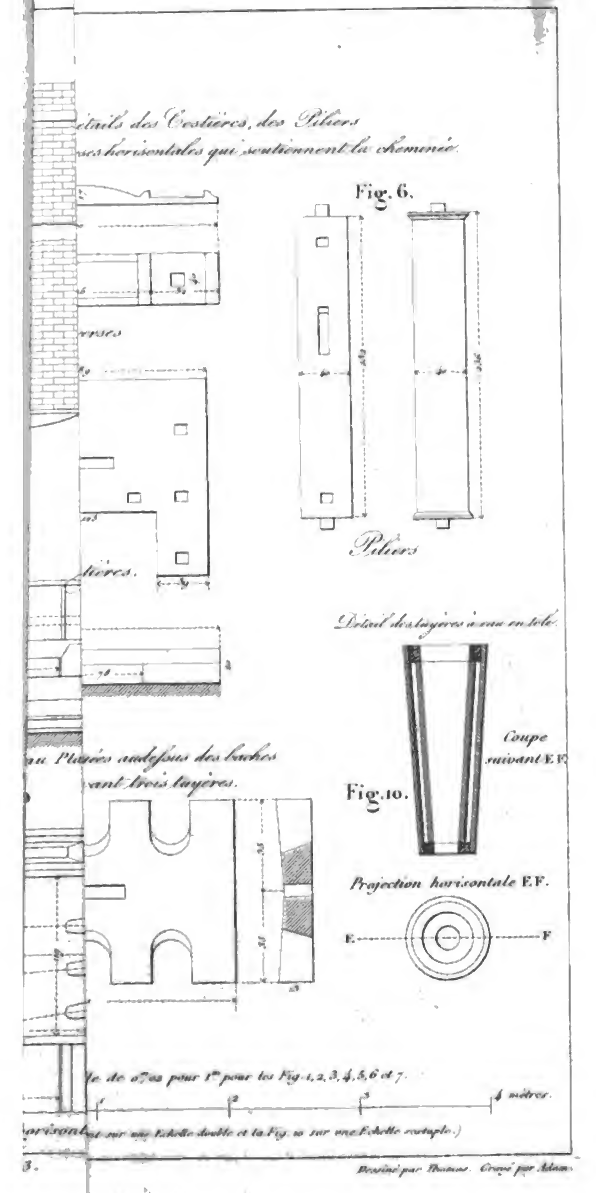


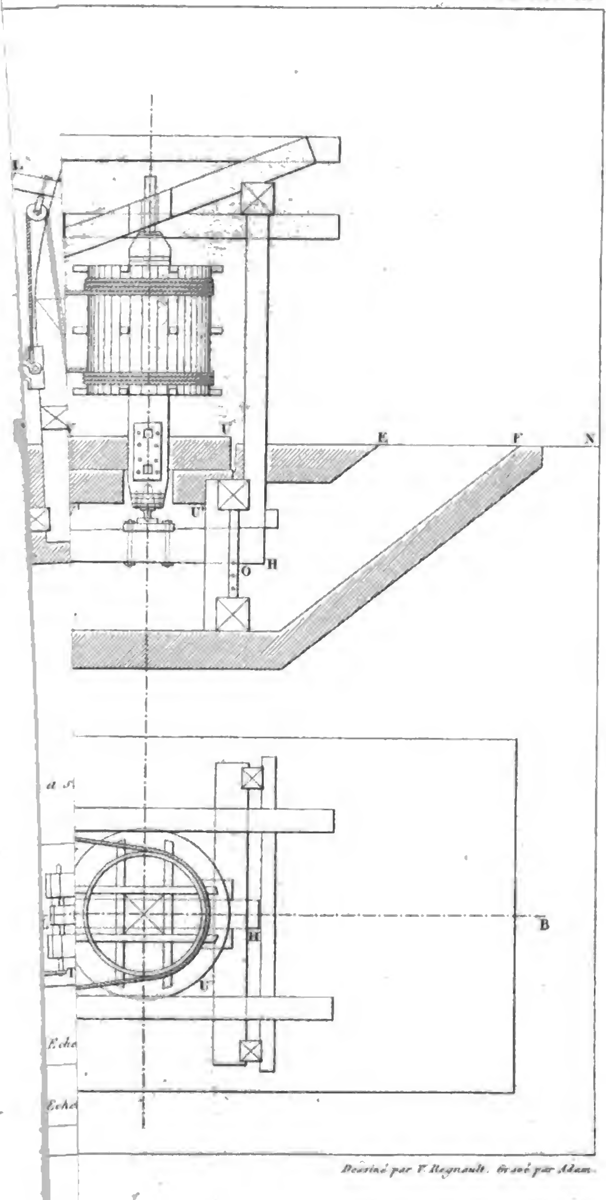
Dessiné par V. Regnault   Gravé par Adam



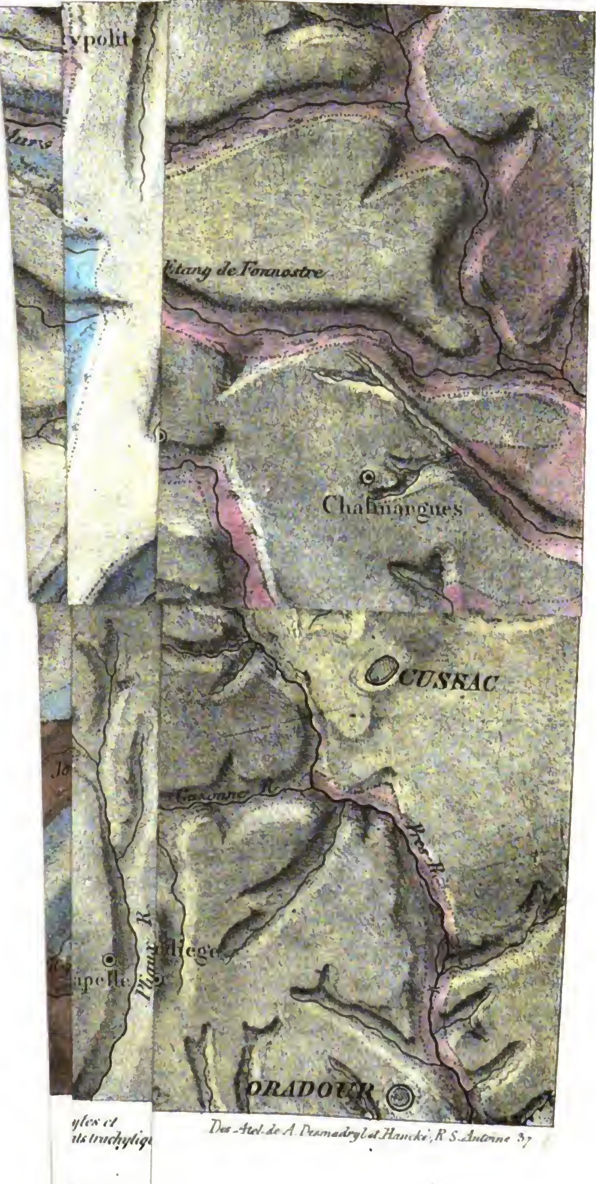
Gravé par Adam


Trépans.
Fig. 4.
Bonnet carré.
Fig. 10.
Mille-pointes.
Fig. 11.
Casse-pierre en croix
Fig. 12.
Fig. 17.
Accrocheur
dit Caracolle.
Cloche à écrou.
Tire-bourre.
Fig. 24.
Fig. 25.
Fig. 26.


étails des Costières, des Piliers
ses horizontales qui soutiennent la cheminée.
Fig. 6.
Piliers
verses
tières.
Détail des tuyères à eau en tôle.
Coupe
suivant E.F.
Fig. 10.
Projection horizontale E.F.
E
F
au Placées audessus des bâches
vant trois tuyères.
le de 0m,02 pour 1m pour les Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7.
4 mètres.
orizont
3.
Dessiné par Thomas. Gravé par Adam.



Dessiné par V. Regnault. Gravé par Adam.



ytes et
ts trachytiqu

Des. Atel. de A. Desmadryl et Hancké, R. S. Antoine 37

H

ρ

LÉGENDE

Roche.

Trachy

Basal

Phono





